

INDICE

Il controllo di *Bactrocera oleae* (Rossi) e di altri carpofagi negli oliveti biologici in Sicilia e Sud Africa

PREMESSA_____ pag.

PARTE BIBLIOGRAFICA

1	INTRODUZIONE - CENNI SU <i>BACTROCERA OLEAE</i> (ROSSI) _____	pag.
1.1	Classificazione e diffusione_____	“
1.2	Morfologia_____	“
1.3	Biologia_____	“
1.4	Dinamica di popolazione_____	“
1.5	Soglie economiche di intervento e campionamenti _____	“
1.6	Danni_____	“
2	STRATEGIE DI CONTROLLO DI <i>BACTROCERA OLEAE</i> (ROSSI) _____	“
2.1	Fattori di controllo di <i>B. oleae</i> _____	“
2.2	Trattamenti repellenti-antiovideponenti_____	“
2.3	Cattura massale_____	“
3	DIFFUSIONE DELL'OLIVO IN SUD AFRICA CENNI_____	“
3.1	PRINCIPALI FITOFAGI DELL'OLIVO IN SUD AFRICA CENNI_____	“
3.1.1	Insetti carpofagi_____	“
3.1.2	Insetti fillofagi_____	“

PARTE SPERIMENTALE

4	EFFICACIA DELLE CATTURE MASSALI MEDIANTE BOTTIGLIE TRAPPOLA INNESCA-TE CON FARINA DI PESCE E SARDINE CONFRONTATE CON TRATTAMENTI A BASE DI CAOLINO ED IDROSSIDO DI RAME NEL CONTROLLO DI <i>B. oleae</i> _____	pag
4.1	MATERIALI E METODI_____	“
4.1.1	Ubicazione e descrizione del campo sperimentale_____	“
4.1.2	Le tesi messe a confronto nei tre anni e schema sperimentale _____	“
4.1.3	Prodotti impiegati per il controllo di <i>B. oleae</i> e modalità d'intervento	“
4.1.4	Dati termo pluviometrici del territorio_____	“
4.1.5	Monitoraggio della popolazione maschile di <i>B. oleae</i> _____	“
4.1.6	Monitoraggio delle infestazioni di <i>B. oleae</i> _____	“
4.1.7	Campionamento degli artropodi catturati nelle bottiglie trappola_____	“
4.1.8	Analisi chimiche dell'olio_____	“
4.1.9	Analisi statistica dei dati_____	“
4.2	RISULTATI E DISCUSSIONI_____	“
4.2.1	Dati termo-pluviometrici e catture nelle trappole a feromone _____	“
4.2.2	Dati termo-pluviometrici ed infestazioni di <i>B. oleae</i> _____	“
4.2.3	Efficacia della cattura massale con la farina di pesce e la sardina sulla riduzione dei livelli d'infestazioni di <i>B. oleae</i> - confronto con i trattamenti repellenti-antiovideponenti_____	“
4.2.4	Confronto tra la capacità attrattiva della sardina e della farina di pesce nella cattura massale di <i>B. oleae</i> _____	“
4.2.5	Analisi chimiche e sensoriali dell'olio_____	“
4.3	CONCLUSIONI_____	

5	STUDIO DEI CARPOFAGI DELL'OLIVO IN SUD AFRICA_____	pag
5.1	MATERIALI E METODI_____	“
5.1.1	Ubicazione e descrizione dei siti di campionamento_____	“
5.1.2	Dati termopluviometrici del territorio_____	“
5.1.3	Metodologia di campionamento ed osservazioni _____	“
5.1.4	Confronto tra le infestazioni di <i>B. oleae</i> in Sicilia e Western Cape____	“
5.1.5	Analisi statistica dei dati_____	“
5.2	RISULTATI E DISCUSSIONI_____	“
5.2.1	Analisi e confronto tra i dati termopluviometrici della Sicilia e del Western Cape_____	“
5.2.2	Correlazioni tra dati termopluviometrici del territorio ed infestazioni di <i>B. oleae</i> in Sicilia e nel Western Cape_____	“
5.2.3	Altri insetti carpo-fagi sfarfallati_____	“
5.3	CONCLUSIONI_____	“
6	LA PARASSITIZZAZIONE DI <i>B. OLEAE</i> IN SICILIA E SUD AFRICA	“
6.1	MATERIALI E METODI_____	“
6.1.1	Ubicazione e descrizione dei siti di campionamento_____	“
6.1.2	Parametri termopluviometrici del territorio_____	“
6.1.3	Metodologia di campionamento_____	“
6.1.4	Preparazione degli insetti raccolti dopo lo sfarfallamento _____	“
6.1.5	Analisi statistica dei dati_____	“
6.2	RISULTATI E DISCUSSIONI_____	“
6.2.1	Percentuale di parassitizzazione della <i>B. oleae</i> in Sicilia_____	“
6.2.2	Percentuale di parassitizzazione della <i>B. oleae</i> nel Western Cape____	“

6.2.3	Correlazione tra diametro equatoriale delle drupe ed efficacia della parassitizzazione dei Braconidi su <i>B. oleae</i> _____	“
6.3	CONCLUSIONI_____	“
7	BIBLIOGRAFIA_____	“
	RINGRAZIAMENTI_____	“

1 INTRODUZIONE – CENNI SU *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI)

1.1 – Classificazione e diffusione

Bactrocera oleae (= *Daculus oleae* Gm. sec. Munro 1984, *Bactrocera oleae* Gm. sec. la revisione di Drew 1989), comunemente detto mosca delle olive, appartiene all'ordine *Diptera*, sottordine *Brachycera*, famiglia *Tephritidae*, sottofamiglia *Dacinae*.

B. oleae, descritta nel 1790 da Rossi, è una specie tipicamente pan-mediterranea (Fig. 1) (Sud Europa, Nord Africa, e Medio Oriente fino all'India) ma è presente inoltre nelle isole Canarie, in Eritrea, nel Sud Africa e in Medio Oriente; recentemente si è stabilita anche in California.

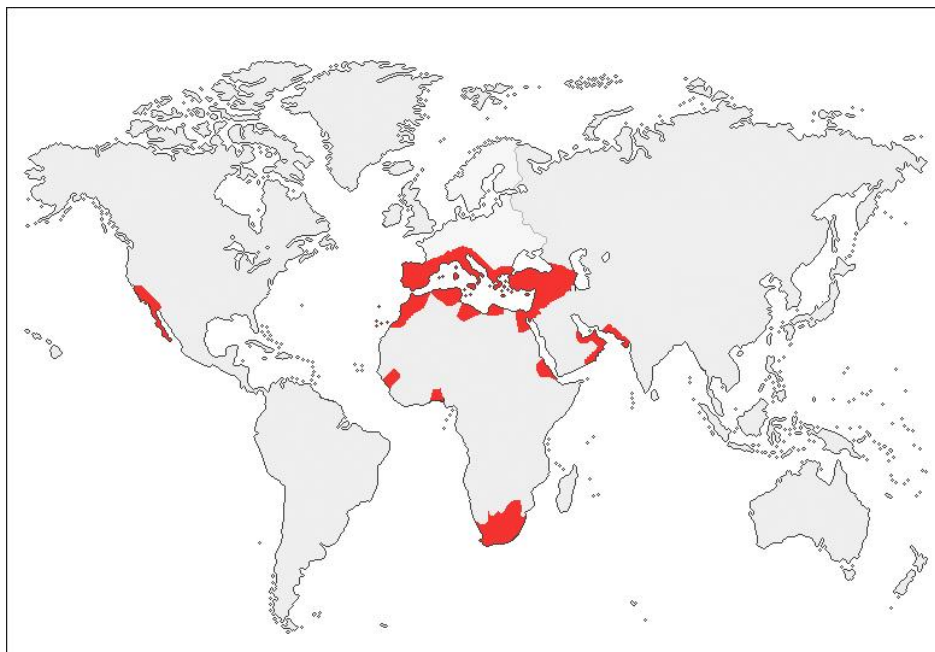


Figura 1 – Distribuzione geografica di *B. oleae*

Le aree di diffusione naturale del dittero nel Mediterraneo riguardano:

- zone litorali, a clima mite (dette *Pandacie*), ove vegetano piante di grandi dimensioni, di cv. diverse, olivi selvatici, nelle quali l'insetto riesce a riprodursi tutto l'anno e tutti gli anni con eguale intensità;
- zone interne o di alta collina (dette *Merodacie*), ove le piante di olivo sono piuttosto piccole e dove la raccolta è totale e mancano gli olivastri, nelle quali il dittero non riesce a riprodursi tutto l'anno e tutti gli anni;

- zone situate ai limiti dell'areale stesso a nord (es. conca del lago di Lugano) o in ambienti particolarmente aridi a sud (parte dell'Egitto e del Sinai) (dette *Adacie*) sempre prive del dittero.

Il dittero in natura vive esclusivamente a spese dei frutti del genere *Olea*, con particolare predilezione per quelli di *Olea europea*. Gli adulti del dittero individuano i frutti di *Olea* avvertendo l'emissione di un complesso di composti chimici come alcune sostanze emesse dalla microflora batterica superficiale (soprattutto enterobatteri) di cui si nutrono abbondantemente le femmine per soddisfare il loro bisogno di proteine per la produzione delle uova. A questi odori batterici appartarrebbero anche quelli di natura ammoniacale che da tempo sono noti come attrattivi per la mosca. Tra quelli prodotti direttamente dalla pianta vi sarebbero i derivati dell'acido idrossicinnamico, capaci anche di stimolare l'ovideposizione (Girolami e Strapazzon, 1982; Drew, 1987). Tra quelli non volatili vi sarebbero i derivati dell'oleoeuropeina (Girolami *et al.*, 1975).

1.2 – Morfologia

Adulto - La mosca dell'olivo è un dittero di medie dimensioni (4-5 mm). Sul capo, giallastro, sono evidenti gli occhi verde-bluastri; il torace è grigio-bluastro con tre linee nerastre; le ali sono trasparenti con una macchietta apicale brunastra, l'addome è castano chiaro macchiettato (Fig. 2). La femmina si differenzia dal maschio per l'evidente ovopositore e le maggiori dimensioni dell'addome, inoltre il maschio presenta un indurimento all'apice della nervatura anale il cui tratto ristretto è più lungo che nella femmina.



Figura 2 – Adulto di *B. oleae*

Uovo - Inserito nella polpa tramite una puntura di ovideposizione, è difficilmente visibile ad occhio nudo per le piccole dimensioni; ha la forma affusolata ed è di colore biancastro (Fig. 3).



Figura 3 – Uovo all'interno della camera di ovideposizione

Larva - E' di colore bianco-giallastro, priva di zampe ed è lunga 6-7 mm. Il capo è quasi assente, ma sono tipiche e ben evidenti le mandibole trasformate in due uncini neri che la larva utilizza per lacerare la polpa dell'oliva e muoversi nel frutto (Fig. 4).

Il diverso profilo delle strutture cefalo-faringee consente la separazione dei tre stadi larvali. La separazione tra la II e la III età è facilitata dalla diversa conformazione degli stigmi anteriori, mentre la I età è distinguibile perché metapneustica.

La larva trascorre i suoi tre stadi larvali scavando una galleria nella polpa, galleria che dapprima è filiforme per poi allargarsi progressivamente in direzione del nocciolo.



Larva di I età



Larva di II età



Larva di III età

Figura 4 – Stadi larvali di *B. oleae*

Pupario - E' simile ad un barilotto con le estremità arrotondate e lungo 3,5-4,5 mm; di colore giallo quando è appena formato e successivamente rossastro, nel cui interno la larva matura si trasforma in pupa e quindi in adulto (fig. 5).



Figura 5 – Pupario all'interno della drupa

1.3 – Biologia

Gli adulti si nutrono di sostanze zuccherine come le melate di cocciniglie e il nettare di fiori; utilizzano anche succhi di frutti maturi, come ad esempio i fichi. Se l'adulto trova la possibilità di nutrirsi vive fino a nove mesi.

Gli adulti sfarfallati in autunno, possono trascorrere l'inverno anche lontano dall'oliveto attendendo anche oltre il mese di luglio le nuove olive adatte per l'ovideposizione.

Gli adulti volano solo di giorno e in assenza di vento, con temperature oltre i 14-15°C; sono lenti volatori in oliveti con drupe disponibili, ma si spostano abbastanza velocemente se sono alla ricerca di olive recettive (con nocciolo lignificato).

Nella chioma gli adulti si spostano alla ricerca di un microclima adatto. Nei periodi più favorevoli all'ovideposizione (settembre–ottobre) mostrano preferenza per il lato sud o sud-ovest della chioma e per frutti ad oltre 1,5 m di altezza.

Nelle femmine la maturazione delle uova viene accelerata dalla presenza delle olive in via d'ingrossamento e rallentata o viene del tutto ostacolata dalle alte temperature. In condizioni ottimali l'ovideposizione comincia a 7–9 giorni dallo sfarfallamento (4–5 dall'accoppiamento), preceduta spesso da punture di ovideposizioni sterili, cioè prive di uova. Sulle olive verdi il punto perforato dall'ovipositore appare in forma di macchia triangolare brunastra lunga mm 1-1,5, macchia dovuta alla trasparenza dei tessuti sottostanti incisi e anneriti dalla perforazione obliqua. Dopo una ventina di giorni sui frutti giovani la ferita diventa una piccola escrescenza puntiforme suberosa.

La femmina, guidata da stimoli visivi e chimici, predilige per l'ovideposizione le olive più grosse, ma ancora verdi (Fig. 6). Ogni femmina depone in totale 200-300 uova con il massimo dell'attività a temperature comprese tra i 20 e 27° C, in presenza di elevata umidità relativa (80-90%) e di drupe recettive (condizione di fine estate nelle aree mediterranee). La durata dell'incubazione delle uova è variabile e dura da 2 giorni (a 28-30°C) fino a quasi tre settimane nella stagione fredda.



Figura 6 – Femmina di *B. oleae* in ovideposizione

La larva scava una galleria nella polpa e la sua crescita completa avviene impiegando 10-12 giorni nel periodo agosto–ottobre e oltre 150 giorni in inverno. La larva, giunta alla terza età, si costruisce una nicchia a ridosso del nocciolo e apre un foro di 1,5-2 mm verso l'esterno del frutto (Fig 7).

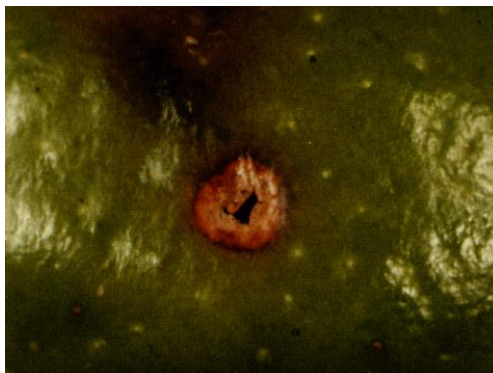


Figura 7 – Foro di uscita

L'impupamento può avvenire all'interno dell'oliva se il frutto non è maturo altrimenti la larva tende a lasciarsi cadere al suolo dove si impupa a breve profondità. I pupari possono essere rinvenuti anche nei cavi degli alberi o nelle screpolature della corteccia e nei frantoi al momento della raccolta.

Lo stadio di pupa dura da 10 giorni in estate a vari mesi in inverno. Gli adulti possono fuoriuscire dal terreno anche in pieno inverno in zone litorali, mentre in zone collinari si ha una interruzione degli sfarfallamenti dalla metà di novembre alla metà di marzo.

1.4 – Dinamica di popolazioni

La mosca delle olive ha un numero di generazioni variabili a seconda delle regioni olivicole, del clima e della disponibilità di olive. La mosca può compiere 1-2 generazioni, a partire da marzo fino a maggio-giugno, nelle aree litorali con la presenza di frutti non ancora raccolti. In tale epoca sfarfallano i primi adulti e riprendono l'attività quelli che hanno svernato.

A fine giugno-luglio, se sono disponibili olive da mensa, si compie la prima generazione della infestazione estiva. Da agosto a novembre, a seconda della recettività delle olive, si possono avere altre tre generazioni che si accavallano tra loro.

Dopo annate di scarica o con poche olive le due generazioni primaverili sono poco significative e l'incremento della popolazione avviene con le generazioni estive se le condizioni ambientali sono favorevoli; in tal caso la durata di una generazione può ridursi a poco più di un mese. Ciò conduce alla sovrapposizione delle generazioni e ad un aumento della pericolosità del fitofago.

Considerata la grande variabilità nei tempi di sviluppo del fitofago si rende indispensabile eseguire monitoraggi e campionamenti per conoscere la reale presenza e dannosità della mosca.

1.5 – Soglie economiche di intervento e campionamenti

La soglia economica d'intervento fa riferimento all'infestazione attiva. Per infestazione attiva si intende l'infestazione dovuta alla presenza di punture fertili, larve di prima e di seconda età di sviluppo. L'infestazione attiva si differenzia dall'infestazione dannosa perché riferita alla presenza di larve di terza età, pupe, fori di fuoriuscita e grandi gallerie vuote, che causano l'aumento d'acidità per l'inquinamento microbico e l'ossidazione che interviene nelle olive lesionate dal fitofago. Pertanto nella soglia economica d'intervento viene espressa in infestazione attiva perché questa precede l'infestazione dannosa.

Per le olive da olio sono state approntate formule in cui si tiene conto di tutti i parametri coinvolti nelle operazioni di trattamento chimico, raccolta e frangitura delle olive. Da questi calcoli (riassunti da Tremblay, 1994) sono emerse soglie comprese tra il 4% e il 18% a seconda delle cultivar, della produzione dell'anno e della previsione del grado d'infestazione che, come noto, può raggiungere il 100% delle olive.

In presenza di infestazioni di modesta entità è dimostrato che non esisterebbe convenienza economica nell'intervenire, valutati il peso della cascola, la resa in sostanza grassa, i valori di acidità e i perossidi nell'olio e questo ci suggerisce una soglia d'intervento anche del 20% (in combinazione con la raccolta anticipata).

Per le olive da tavola la soglia economica è di tipo estetico e non supera il 2% (Tremblay, 1994).

Per il monitoraggio e/o la cattura si utilizzano:

- Trappole cromotropiche gialle spalmate di adesivo (Fig. 8), danno catture uniformi nel corso dell'anno, ma presentano l'inconveniente di attrarre anche gli insetti utili e nemici naturali della mosca;



Figura 8 – Trappola cromotropica

- Trappole a feromone sessuale (Fig. 9), hanno efficacia per un raggio di 80 m; attirano solo i maschi sessualmente maturi e solo a una temperatura dell'aria al di sopra dei 16°C. I dati delle catture dei maschi vengono talvolta adoperati dagli olivicoltori per fissare delle soglie d'intervento.



Figura 9 – Trappola a feromone sessuale

- Trappole McPhail (versione americana delle bottigliette trappola tipo Portici) (Fig. 10), innescate con sostanze ammoniacali disciolte in acqua; la loro efficacia è maggiore nei mesi aridi e attirano gli adulti di entrambi i sessi.



Figura 10 – Trappole tipo Portici o McPhail.

Il numero consigliato per ettaro va da 4 (Pucci, 1992) a 25-30 (Prota, 1981) a seconda del tipo di trappola; generalmente quelle a feromone sessuale, le più diffuse, vengono installate in ragione di 3/ha. La posizione ottimale dovrebbe essere quella di sud-ovest, medio-alta (1,80 m) ed esternamente alla chioma.

Comunque, la presenza continua del fitofago e la variabilità delle condizioni fisiologiche degli adulti catturati rendono spesso difficile l'uso dei dati di cattura ai fini della lotta.

Di uso più sicuro è il campionamento eseguito esaminando le olive al microscopio stereoscopico per individuare le prime punture (nel caso delle olive da tavola) o la presenza di uova e larve (nel caso delle olive da olio), e ciò mediante l'uso di un bisturi usato tangenzialmente.

Vi sono diversi metodi di campionamenti, nel complesso si consiglia il prelievo di 5 olive/pianta raggiungendo 20 piante/ha lungo le diagonali. Un altro metodo consiste nel prelevare campioni di 100 olive (10 olive per ogni 10 piante su 100) (Viggiani, 1989).

I campioni vanno prelevati dopo l'inizio del processo di lignificazione del nocciolo e nel corso del campionamento vanno scelte le olive più grosse di alberi morfologicamente simili e con la stessa produzione.

1.6 –Danni

La mosca delle olive viene considerato “insetto chiave” della coltura perché attacca direttamente il frutto; infestazioni economicamente rilevanti sono presenti quasi ogni anno, e costituisce il più temuto fitofago dell'olivo.

Il danno diretto consiste in un calo di produzione perché le larve, oltre ad alimentarsi della polpa delle drupe, ne causano anche una cascola precoce.

I danni indiretti sono dovuti al deterioramento qualitativo dell'olio e sono spesso sottovalutati. La qualità dell'olio è peggiorata per l'aumento dell'acidità causato dall'inquinamento microbico che interviene sulle olive lesionate dal fitofago; tali processi di degradazione avvengono più velocemente in olive cadute al suolo.

I danni qualitativi sono quasi nulli anche con infestazioni del 30% se le olive vengono molite subito dopo la raccolta. Inoltre anche con infestazioni più elevate, ma con olive raccolte quando la maggior parte delle larve è piccola (olive sane) si ottiene un olio ancora di buona qualità.

Un danno particolare, solo di tipo estetico, è arrecato dalle punture di ovideposizione sulle olive da mensa che ne rendono difficile la commercializzazione.

2 – STRATEGIE DI CONTROLLO DELLA MOSCA DELLE OLIVE

Il controllo della mosca delle olive da parte dell'uomo presuppone una buona conoscenza della biologia dell'insetto e dell'entità della sua popolazione in campo.

In olivicoltura biologica una valida strategia di controllo presuppone la conoscenza e lo sfruttamento dei fattori naturali di limitazione presenti nell'agroecosistema. La conoscenza dei fattori climatici aiuta a comprendere quando la mosca delle olive è ostacolata nel suo sviluppo dall'andamento climatico e in quali ambienti non può risultare molto dannosa. La presenza dei suoi nemici naturali deve essere sostenuta favorendo la complessità dell'agrosistema soprattutto con la protezione di aree rifugio e la salvaguardia di specie vegetali ritenute utili.

2.1 – Fattori di controllo di *B. oleae*

Temperatura - La temperatura è il fattore naturale che influenza maggiormente la biologia della mosca delle olive, fattore naturale che influenza maggiormente la biologia della mosca delle olive, rallentando lo sviluppo fino a impedirlo. Blocco della produzione di uova con temperature $\geq 30^{\circ}\text{C}$ e scarsa umidità, per cui, in certe annate, con temperature $> 36^{\circ}\text{C}$ si può avere una mortalità di uova e larve di prima età del 90%. Gli adulti mostrano una discreta resistenza al freddo, sopportando minime notturne intorno a 0°C purché di giorno le temperature si avvicinano a $13-16^{\circ}\text{C}$. La sopravvivenza invernale degli adulti è comunque bassa anche se in alcuni areali alcuni adulti sopravvivono fino alla fine di aprile. Nel complesso, la loro attività comincia a riprendere a $6-7^{\circ}\text{C}$, cominciano a ovideporre a $16-17^{\circ}\text{C}$ e sono in piena attività a $18-19^{\circ}\text{C}$. Le temperature letali per tutti gli stadi si attestano al di sotto di 9°C e al di sopra di 42°C .

Umidità - In condizioni di umidità relativa modesta e con temperature elevate gli adulti della mosca bloccano la riproduzione ed aspettano che condizioni favorevoli vengano ristabilite con le prime piogge di fine estate; le drupe riacquistano turgore e grossezza tale da indurre l'ovideposizione. In oliveti irrigui tali requisiti possono essere raggiunti dalle drupe con facilità ed anticipatamente; inoltre il microclima più umido mitiga gli effetti nocivi delle temperature elevate. Nelle zone meridionali valori di umidità relativa bassi (inferiori al 50%) sono abbastanza frequenti e conducono ad un'alta mortalità ovo-larvale, soprattutto in larve di I° età. Nell'ambito dello stesso oliveto valori più alti di umidità si riscontrano all'interno della chioma e in avvallamenti del terreno e ciò deve essere tenuto presente nei monitoraggi e campionamenti.

Nemici naturali - Per quanto riguarda i nemici naturali, le larve e le pupe nel terreno vengono predate da insetti terricoli come i coleotteri carabidi e stafilinidi, le formiche e i

miriapodi. Le larve e le pupe di mosca possono essere parassitizzate direttamente nelle drupe da insetti imenotteri: *Eupelmus urozonus* Dalm., *Pnigalio agraulis* (Walk.), *Cyrtotypx latipes* Rond., *Eurytoma martelli* Dom., *Dinarmus virescens* (Masi), *Psyttalia concolor* (Sz.). Il dittero *Prolasioptera berlesiana* Paoli, pur trasmettendo un fungo agente del marciume delle olive (*Camarosporium dalmaticum* Th), è un nemico della mosca. Tra i vertebrati alcune specie di uccelli sono attivi predatori di larve della mosca delle olive. La loro azione si verifica soprattutto quando le larve si lasciano cadere al suolo per impuparsi.

Controllo agronomico – Le pratiche agronomiche sono in grado di influenzare, lo sviluppo della mosca delle olive. L'alternanza di produzione, con le sue annate di scarica, se si verifica su ampie zone, può determinare l'assenza delle generazioni primaverili. Ciò condurrebbe successivamente a scarse popolazioni autunnali e quindi basse infestazioni. Nella gestione dell'oliveto va tenuto presente fin dall'impianto che la mosca dell'olivo ha delle aree particolarmente ideali al suo sviluppo che incidono indirettamente sulla vocazionalità del territorio alla coltura. Nella fase d'impianto va considerato che la consociazione con cultivar da mensa e precoci può favorire gli attacchi dei primi mesi estivi con aumento delle popolazioni che attaccherebbero successivamente le cultivar tardive. Infine, nella gestione dell'oliveto ci sono pratiche come l'irrigazione, la potatura, la fertilizzazione, le lavorazioni del terreno, la raccolta, nonché le azioni sull'agroecosistema che favoriscono lo sviluppo di organismi utili che nell'insieme possono assecondare o meno lo sviluppo della mosca.

Controllo biologico – Programmi di controllo biologico contro la mosca dell'olivo con l'impiego del braconide *Psyttalia concolor* (Sz.) (syn. di *Opius concolor*) (Fig. 11) sono stati sviluppati secondo il metodo inondativo (immissione in campo di grandi quantità di insetti utili allevati) o inoculativi (lanci ripetuti di piccole quantità).

Il tentativo di combattere la mosca dell'olivo per mezzo di parassitoidi specifici trova origini quasi un secolo addietro quando Silvestri, noto entomologo italiano, a più riprese tra il 1914 e 1929 provò ad importare *P. concolor* dal Nord Africa ed acclimatarlo in alcune regioni italiane (Sicilia, Calabria, Campania, Puglia e Calabria) (Silvestri, 1916; Silvestri, 1933). I risultati non furono incoraggianti, ma il rinvenimento da parte di Monastero di *Psyttalia* spontanei in Sicilia nel 1931 (Monastero, 1931) stimolò ulteriori tentativi di acclimatazione.

Adesso si può affermare che l'imenottero è presente in natura, acclimatato, nel Sud della Sardegna e in Sicilia seppur con bassi livelli di parassitizzazione. La *Psyttalia* allevata può essere introdotta in campo in primavera per limitare le generazioni che andrebbero ad attaccare le olive in estate, o all'inizio dell'estate per fermare l'infestazione in atto.

Sperimentazioni su vasta scala condotte negli anni '60 hanno dimostrato la possibilità di ottenere olive da olio agrariamente sane con lanci di un centinaio di adulti per pianta in estate. Purtroppo l'introduzione della *Psytalia* realizzata finora nelle isole Eolie e in Toscana, Liguria, Sardegna e Sicilia, ha evidenziato la difficoltà del parassita a insediarsi stabilmente nel tempo. Negli ultimi anni prove condotte in Puglia da Baldacchino e Simeone (2003) e anche da altri autori in Sardegna (Morongiu *et al.*, 1999), hanno evidenziato risultati alternanti, sebbene il lancio sia stato eseguito in condizioni ottimali.

La lotta biologica con *P. concolor* resta ancora uno strumento poco proponibile per i suoi risultati incerti e quindi c'è bisogno di un nuovo impulso a ricerche condotte a tali fini.

2.2 – Trattamenti repellenti-antiovideponenti

L'impiego di sostanze repellenti e antiovideponenti per il controllo della *B. oleae* ha trovato grande interesse tra i produttori di olio biologico a causa della scarsa inefficacia dimostrata dagli insetticidi ammessi in agricoltura biologica sul controllo delle larve e delle uova

Un metodo preventivo antideponente ha interessato la ricerca in passato e consiste nell'utilizzo di sostanze o composti (polisolfuro di calcio, zolfo, poltiglia bordolese, calce, oli essenziali, ecc.) che dovrebbero rendere meno recettiva o repellente la drupa per l'ovideposizione. Il metodo è applicabile in quanto la maggior parte di tali sostanze sono ammesse, però poco si conosce sulla possibilità che tali sostanze lascino residui nell'olio.

Recentemente, in rapporto a *B. oleae*, è stata messa in luce l'azione dell'idrossido e dell'ossicloruro di rame (Prophetou-Athanasidou *et al.*, 1991; Tsolakis e Ragusa, 2002), collegata probabilmente alle loro proprietà antibatteriche (Tsakanakis, 1985); inoltre Belcari e Bobbio (1999) attribuiscono la mortalità delle larve di I e II età della mosca dell'olivo alla inibizione delle simbiosi batteriche da parte della poltiglia bordolese.

La poltiglia bordolese, in particolare, si è dimostrata efficace in recenti studi (Belcari e Bobbio, 1999; Petacchi e Minnocci, 2000), grazie all'azione del rame che sembra interferire con lo sviluppo dei primi stadi larvali (Tzanakakis, 1985); l'effetto non è estremo, ma determina una riduzione dell'attacco rispetto al controllo del 20-30%, che in molti casi può fare la differenza.

Caleca *et al.* dal 2003 hanno condotto studi sull'efficacia dell'irrorazione di diverse sostanze repellenti ed antiovideponenti su olivo Provincia di Trapani.

Le irrorazioni con sali di rame, collegata probabilmente alle loro proprietà antibatteriche (Tsakanakis, 1984); inoltre Belcari e Bobbio (1999) attribuiscono la mortalità delle larve di I e II età della mosca dell'olivo alla inibizione delle simbiosi batteriche da parte del rame.

La mosca delle olive trae notevoli vantaggi dalla presenza dei batteri sul filloplano, perché questi organismi rappresentano una fonte naturale di alimento per gli adulti (*Drew et al.*, 1983), oltre ad essere una presenza necessaria per i processi digestivi delle giovani larve (*Hagen*, 1966).

Il rame è certamente uno dei pochi prodotti anticrittogamici di origine inorganica ancora di largo uso nelle pratiche fitoiatriche agricole. Impiegato principalmente come fungicida, ne è stata in seguito scoperta anche una buona attività antibatterica. Attualmente è l'unico fungicida ammesso insieme allo zolfo nei protocolli dell'agricoltura biologica (*D'Elia*, 1999). In aggiunta, è stato constatato che il rame, grazie alla sua azione antibatterica, agisce sul filloplano riducendo enormemente le popolazioni batteriche, inibendo così la fitness riproduttiva del dittero e producendo una forte mortalità a carico dei primi stadi di sviluppo del dittero (*Belcari e Bobbio*, 1999). Infatti è noto che la mosca delle olive trae notevoli vantaggi dalla presenza dei batteri sul filloplano, perché questi organismi rappresentano una fonte naturale di alimento per gli adulti, oltre ad essere una presenza necessaria per i processi digestivi delle giovani larve (*Drew et al.*, 1983).

Riprendendo la via percorsa da Russo negli anni '30, recentemente sono state svolte delle ricerche sull'efficacia delle argille, in particolare il caolino, quali antiovideponenti; recentissimi studi realizzati in Siria (*Saour e Makee*, 2004) e in Italia (*Caleca et al.*, 2005; *Caleca e Rizzo*, 2005; *Caleca e Rizzo*, 2006) su *B. oleae*, hanno fornito incoraggianti risultati (Fig. 12). Sono state svolte ricerche sull'efficacia delle argille inclusa la bertonite quali repellenti e antiovideponenti (*Russo*, 1937; *Russo and Fenili*, 1949; *Russo*, 1954). Recentissimi studi realizzati in particolare sul caolino hanno fornito incoraggianti risultati (*Caleca et al.* 2005). Inoltre, sembrano avere stimoli visivi che influiscono sull'etologia delle femmine di mosca dell'olivo in merito alla ovideposizione nei frutti (*Caleca et al.*, 2006).

Infine, si segnalano i composti fenolici delle acque di vegetazione, in particolare ortodifenoli derivanti dall'idrolisi dell'oleoeuropeina, pirocatecolo e acido glicolico che avrebbero rilevato potere repellente sull'ovideposizione in laboratorio (*Girolami e Strapazzon*, 1982) al pari di quelli estratti dalla frazione oleosa del succo di oliva e contenenti benzaldeidi e acetofenoni. Gli studi su *B. oleae* sono resi difficili da seri problemi di allevamento in laboratorio, dovuti anche a cause genetiche (*Tremblay*, 1994).

2.3 – Cattura massale

Una tecnica di controllo ammessa in olivicoltura biologica è la cattura massale del fitofago (*mass-trapping*) che riducendo la popolazione adulta ne limita le infestazioni larvali e i relativi danni alle drupe. Attualmente, in olivicoltura biologica c'è grande interesse al metodo, a seguito della

recente autorizzazione all'utilizzo in agricoltura biologica della deltametrina (specificatamente in trappole per la cattura massale della mosca delle olive).

Il metodo biotecnologico delle "catture massali" o "mass trapping" risulta, fra i sistemi di controllo della mosca delle olive, quello che, per ambienti a costante rischio, mostra attualmente le maggiori potenzialità applicative in ordine al raggiungimento del miglior compromesso fra efficacia fitosanitaria e sicurezza eco-tossicologica, in un contesto di produzione integrata; secondo Caleca *et al.* (2006) è il metodo di controllo più praticato nell'olivicoltura biologica siciliana.

L'esigenza di un controllo preventivo della mosca attraverso la soppressione degli adulti, era già presente e chiara agli inizi del secolo, quando furono escogitati e sperimentati i primi mezzi volti alla cattura massale del dittero, come le 'bacinelle Berlese' (attivate con una soluzione di melassa al 10% avvelenata con arsenito di sodio o potassio al 2-3%), che possono considerarsi forme archetipe dei moderni dispositivi.

Il metodo delle catture massali, dopo esser caduto in disuso per oltre mezzo secolo anche per l'avvento e lo sviluppo di nuovi insetticidi di sintesi, torna a essere oggetto di forte interesse negli anni '70 quando vengono studiati, messi a punto e confrontati vari tipi di trappola ad azione combinata. Ancor più interesse assume la tecnica dopo la scoperta nel 1980 del feromone sessuale della mosca, che permette di rendere le trappole assai più efficaci e sicuramente più selettive (Haniotakis *et al.*, 1991).

Oggi, come è noto, il mass trapping si basa sulla distribuzione nell'oliveto, con collocazione sulla chioma delle piante, di dispositivi in grado di attrarre (per mezzo del colore giallo o per la liberazione di ammoniaca o di feromone sessuale oppure per l'integrazione di più elementi attrattivi) e di uccidere (con sostanze adesive o prodotti insetticidi) gli adulti di *B. oleae* che si posino sulla superficie del dispositivo. In anni recenti sono stati messi a punto vari tipi di "trappola" e proposte differenti densità di distribuzione in funzione della dimensione delle piante, del sesto di impianto, del rischio di infestazione e dell'efficacia e del costo dispositivo.

Il sistema di lotta, tipicamente preventivo, esprime la massima efficacia quando sia applicato su vaste superfici, o in oliveti sufficientemente isolati, a partire dal momento in cui le olive iniziano a diventare recettive per l'ovideposizione della mosca.

Il metodo delle catture massali con dispositivi Eco-Trap Vioryl ha generalmente fornito in questi ultimi anni risultati fitosanitari positivi (Bagnoli, 2000), paragonabili a quelli ottenibili con interventi preventivi a base di esche proteiche avvelenate. In effetti il metodo ha permesso di ridurre i trattamenti curativi tradizionali con esteri fosforici a uno soltanto, nelle annate con forte pressione, e di azzerarli del tutto, nelle annate di bassa infestazione.

Gli effetti negativi delle trappole cromotropiche gialle, specie se impiegate in numero elevato per la cattura massale, sono già stati ampiamente evidenziati da vari autori.

Si ritiene invece che il mass trapping realizzato con trappole non cromotropiche abbia un impatto sull'entomofauna utile dell'oliveto relativamente modesto e assai inferiore a quello dei metodi di lotta tradizionali, basati su trattamenti ovo-larvicidi curativi o su interventi adulticidi preventivi con esche proteiche avvelenate.

Tali risultati, e soprattutto le potenzialità per un loro significativo miglioramento, rendono il mass trapping di notevole interesse per gran parte dell'olivicoltura e in particolare per l'agricoltura biologica.

Le principali sostanze attrattive per la mosca delle olive ed altri tefritidi adottate in alcune prove sperimentali:

➤ **I feromoni sessuali:** Si tratta di sostanze organiche volatili, utilizzate come messaggeri nella vita di relazione di molte specie di insetti. I feromoni vengono secreti da particolari ghiandole esocrine ubicate in diverse parti del corpo degli insetti. Sono costituiti da composti a basso peso molecolare, normalmente derivati alcolici. Ne esistono diversi tipi, classificati in base alla modalità di reazione che inducono nel soggetto che li percepisce: sessuali, di aggregazione, di dispersione, di allarme, di traccia, di maturazione. Attualmente, molti feromoni si ottengono per sintesi chimica e svolgono con efficacia una funzione attrattiva analoga a quella svolta dai feromoni naturali. Tra tutti i feromoni quelli sessuali hanno maggiori applicazioni pratiche nella lotta contro gli insetti fitofagi. *Meccanismo di azione:* i feromoni sessuali sono sostanze naturalmente emesse dalle femmine per attrarre i maschi della stessa specie; trovano impiego secondo cinque modalità applicative:

- **monitoraggio** (monitoring system), che consiste nell'impiego di trappole che erogano feromoni con cui vengono richiamati e catturati i maschi della specie da controllare;
- **cattura massale** (mass trapping), che consiste nell'effettuazione di catture di massa di maschi, con l'uso di un numero consistente di trappole, al fine di evitare gli accoppiamenti;
- **confusione sessuale**, che consiste nel saturare l'ambiente con emissioni massicce di feromoni, in modo da mascherare l'ormone naturale femminile e ridurre, conseguentemente, il numero degli accoppiamenti;
- **disorientamento**, che consiste nell'impiego di un numero consistente di erogatori a basso dosaggio ormonale, per creare delle tracce fittizie che distolgono i maschi dalla ricerca delle femmine;

- **attract and kill**, che consiste nell'applicazione localizzata sulla pianta (ad es. sulle branche) di una miscela di feromone e insetticida, per eliminare i maschi.

Utilizzazione in agricoltura biologica: sostanza attrattiva. Sostanze che alterano il comportamento sessuale. E' consentito l'utilizzo solo in trappole e in distributori automatici.

Registrazione: diversi in ottemperanza alla Circolare del Ministero della Sanità del 4/10/1999 n.14, sono soggetti ad autorizzazione i prodotti fitosanitari contenenti feromoni che agiscono quali mezzi di lotta, come ad esempio: i metodi della confusione sessuale o del disorientamento dei maschi o dell'attract and kill. I prodotti fitosanitari contenenti feromoni utilizzati come trappola per il monitoraggio e per la cattura massiva, invece, sono esentati dalla registrazione in quanto i quantitativi utilizzati sono estremamente bassi.

Il feromone sessuale (che attrae i maschi di *B. oleae*) e altri attrattivi (carbonato di ammonio che attrae le femmine) inseriti in una stessa trappola sono stati adoperati in prove di catture massali (Haniotakis *et al.*, 1987) per verificare la loro reciproca attrattività. Questa combinazione ha incrementato la cattura di femmine diminuendo, però, quella dei maschi, per cui, come suggerito da Toth *et al.* (2004) è consigliabile la cattura di individui maschili e femminili in trappole separate e distanti e non nella stessa trappola perché la loro efficacia verrebbe compromessa.

Un altro lavoro (Olivero *et al.*, 2004) sull'efficacia di diverse tipologie di trappole, ha messo in evidenza che i piatti collanti gialli innescati con Spiroketal sono stati i migliori trattamenti per le catture dei maschi di *B. oleae*, le trappole attivate con proteine idrolizzate le migliori per le catture delle femmine e soprattutto, tutte le combinazioni sono state significativamente superiori rispetto all'impiego di trappole contenenti fosfato di ammonio.

L'attrattività del fosfato biammonico, proteina idrolizzata e del feromone 1,7-dioxaspiro (5,5) undecane, applicato su pannelli collanti in alberi di olivo per il controllo della mosca (*B. oleae*), è stata determinata in un esperimento condotto in Croazia (Bjelis, 2006). Le catture delle femmine sui pannelli con il feromone sono state basse in confronto a quelle su trappole con fosfato e proteine idrolizzate, ma la combinazione del feromone con tali sostanze determina un alto numero di catture.

- **Il fosfato biammonico** è una polvere cristallina che, gradualmente, perde circa l'8% di ammoniaca per esposizione all'aria. Il prodotto commerciale è al 98-99% di purezza. Si ottiene per decomposizione della fosforite con acido solforico, l'eccesso del quale precipita aggiungendo carbonati; dopo aver filtrato, si neutralizza con ammoniaca, si scalda la miscela e si ottiene una polvere cristallina di colore bianco, grigio o nero. E' solubile in acqua, ma non lo è in alcool e

acetone. Questo prodotto, che in realtà è un fertilizzante, viene anche utilizzato come attrattivo per aumentare l'efficienza delle trappole impiegate contro le mosche della frutta e dell'olivo. non è un prodotto che combatte i patogeni, ma un attrattivo. Si usa come esca in trappole e permette di monitorare la popolazione delle mosche fitopatogene, consentendo di razionalizzare gli interventi antiparassitari. E' l'odore di ammoniaca sprigionato che esercita un'attrazione di tipo alimentare sugli adulti delle mosche. Il suo utilizzo è consentito solo in trappole.

L'attrattività del fosfato biammonico nei confronti dei ditteri tefritidi e l'efficacia soprattutto verso femmine viene confermata da Bjelis (2006) e da Haniotakis *et al.* (1987).

Un risultato contrastante a quest'ultimo è stato quello condotto da Olivero *et al.* (2004) in cui le trappole con fosfato biammonico hanno fatto registrare catture di femmine di *B. oleae* sempre più basse rispetto ad altri dispositivi.

Una sperimentazione condotta da Girolami *et al.* (2005) dimostra, infine, che la risposta ai sali d'ammonio ed ai prodotti di fermentazione batterica può essere interpretata come ricerca dell'acqua da parte di adulti assetati, attraverso gli odori che essa emana per la presenza di sostanze organiche in decomposizione.

- **Le proteine idrolizzate e le putrescine**, sono sostanze organiche, a composizione chimica complessa, che per azione degli acidi o degli alcali si idrolizzano dando come prodotti brevi catene polipeptidiche, amminoacidi ed ammoniaca. Vengono utilizzate come attrattivi, in miscela con insetticidi, per la lotta contro gli adulti di diverse specie di mosche (della frutta e dell'olivo). Le proteine idrolizzate vengono irrorate sulla chioma delle piante a intervalli di 20-30 giorni. Il loro uso consente l'effettuazione di trattamenti limitati a una parte della pianta e della coltura con risparmio di prodotto e minore impatto ambientale.

Meccanismo di azione: esplicano un'attrazione di tipo alimentare. L'attrazione è dovuta al fatto che le mosche, prima dell'ovideposizione, necessitano di un periodo di alimentazione proteica. Gli insetti vengono successivamente uccisi dall'insetticida miscelato all'attrattivo. Sono poco tossiche per l'uomo e la fauna terrestre e acquatica pertanto appartengono alla classe tossicologica: Nc (non classificato). Trattandosi di un prodotto proteico, vengono degradate dai microrganismi del suolo senza lasciare residui e non causano fitotossicità.

Utilizzazione in agricoltura biologica: Sostanza attrattiva. Solo per applicazioni autorizzate in combinazione con altri prodotti adeguati al Reg.CE 834/2007 e successive modifiche.

In Spagna un lavoro condotto da Ros *et al.* (2003) ha verificato l'efficacia di differenti sostanze attrattive sintetiche e non, per il controllo della mosca delle olive. Tra queste la proteina idrolizzata (Nulure 9%) è stata la migliore attrattiva in tutti i tipi di trappole catturando, perfino, lo

stesso numero di mosche per trappola. Le sostanze sintetiche putrescina, trimetilamina e acetato di ammonio hanno mostrato una scarsa efficacia per questa specie.

Studi condotti da Olivero *et al.* (2004) e Bjelis (2006) dimostrano che l'efficacia delle proteine idrolizzate aumenta significativamente se combinate a feromoni e altri attrattivi.

Altre sostanze che determinano un effetto attrattivo nei confronti dei ditteri tefritidi sono state stimate da Heath *et al.* (2004) mediante prove condotte in Guatemala per valutare l'importanza di 1,4 diaminobutane (putrescina) in trappole con acetato di ammonio, trimetilamina e putrescina. Da tali prove si deduce che, nei confronti della mosca Mediterranea delle frutta, si ottiene una bassa percentuale di catture quando le trappole sono innescate con acetato di ammonio e putrescina oppure con putrescina e trimetilamina mentre quando la putrescina viene usata in trappole con questi tre componenti si determina un'alta percentuale di catture di maschi e femmine. La percentuale di catture della mosca Messicana della frutta, *Anastrepha ludens* (Loew), è stata significativamente alta in trappole attivate con acetato di ammonio e putrescina e significativamente bassa in trappole innescate con putrescina e trimetilamina.

Un altro dittero tefritide nei confronti del quale è stata provata l'efficacia di attrattivi chimici è la "Caribbean fruit fly", *Anastrepha suspensa* (Loew). In questo studio (Hall *et al.*, 2005) i migliori risultati sono stati determinati impiegando trappole con alcol propilene attivate con acetato di ammonio e putrescina che hanno catturato significativamente più femmine e maschi rispetto a trappole con altre combinazioni dei componenti.

Per i tefritidi il metodo delle catture massali si articola con i metodi attratticidi, i quali prevedono che all'attrattivo (feromone, paraferomone, esche alimentari o trappole colorate) venga associato un'insetticida o una trappola.

In olivicoltura biologica, il metodo delle catture massali può essere attuato mediante l'utilizzo di esche avvelenate o di trappole di vario tipo.

- **Le esche proteiche avvelenate**, sperimentato e utilizzato in vari Paesi (Israele, Spagna, Grecia, Marocco, Tunisia, Italia, ecc.), ha consentito di utilizzare in maniera più razionale i fitofarmaci per il controllo dei ditteri tefritidi.

Tale metodo consiste nell'irrorazione con liquidi zuccherini o attrattivi proteici avvelenati con insetticidi. La persistenza letale dell'insetticida da aggiungere all'esca deve essere, se non superiore, almeno pari alla durata del potere attrattivo dell'esca. Il numero dei trattamenti è ovviamente in rapporto alla densità delle popolazioni da controllare e all'andamento climatico stagionale.

Il potere attrattivo delle esche, ritenuto di circa 30 giorni, è ridotto notevolmente dalle piogge a carattere torrenziale per cui è opportuno adottare tale metodo in base alla valutazione e al confronto dei seguenti elementi fondamentali:

- 1 - incidenza media del fitofago da controllare sulle perdite di produzione lorda vendibile;
- 2 - numero degli eventuali interventi chimici di copertura da effettuare per evitare il danno economico;
- 3 - ripercussioni che questi trattamenti possono avere sulla biocenosi e sull'ambiente.
- 4 - costo dei rilevamenti delle popolazioni e degli interventi previsti per l'applicazione delle esche proteiche.

Sono stati discussi i fattori che determinano l'efficacia delle esche proteiche avvelenate contro *B. oleae* (Cirio, 1989); da prove realizzate in Italia si evince che le esche proteiche determinano un soddisfacente controllo solo quando applicate alle prime catture di adulti tefritidi ed all'inizio dell'infestazione.

Questo metodo, nell'olivicoltura biologica, trova scarsa applicazione per la breve persistenza d'azione degli insetticidi consentiti dal Reg. CE 834/2007.

➤ **Le tipologie di trappole**

Il metodo prevede l'istallazione sulle piante di dispositivi bersaglio costituiti da supporti impregnati di insetticidi (piretroidi) con presenza di attrattivi per gli adulti (feromone e/o attrattivo alimentare). Lo scopo è di attirare gli adulti di *B. oleae* per procurare il contatto con il piretroide, in modo da ucciderli.

Il metodo è consentito in agricoltura biologica, in quanto l'insetticida di sintesi rimane nelle trappole ed è eliminato a fine stagione senza essere disperso nell'agro ecosistema.

Attualmente sono disponibili due tipi di dispositivi.

A) Dispositivo Eco-Trap (dell'azienda greca Vioryl)

La trappola (Fig. 13) è costituita da un sacchetto in polietilene rivestito esternamente di carta speciale trattata con deltametrina (15 mg per sacchetto), delle dimensioni di 15x20 cm, e contenente 70 grammi di bicarbonato di ammonio. Il dispositivo è inoltre provvisto di un erogatore di feromone sessuale (1,7-dioxaspiro-5,5undecano).

I fattori di attrazione sono dunque l'ammoniaca prodotta dal sale di ammonio e il feromone. Quest'ultimo è altamente selettivo e dal suo impiego ormai ventennale nelle trappole per il monitoraggio, non è mai emerso che possa arrecare danni alle specie utili dell'oliveto. Per contro l'ammoniaca, oltre a essere un richiamo per la mosca in quanto prodotto del metabolismo della flora

batterica presente sui frutti e sulle foglie dell'olivo, può costituire un segnale di fonti alimentari proteiche per vari gruppi di insetti.

L'azienda produttrice consiglia di sistemare l'Eco-Trap in mezzo all'albero di olivo, all'ombra, evitando per quanto possibile il contatto o lo sfregamento con le foglie e rami.

Il collocamento indicato è al momento della lignificazione del nocciolo, in numero di una ogni pianta (alcuni preferiscono una ogni due piante), a prescindere dalle catture riscontrate nelle trappole a feromone. Indicativamente si può individuare il periodo di fine giugno-luglio come epoca migliore per l'installazione del primo quantitativo di Eco-Trap per poi eventualmente, in un secondo periodo, fine agosto-settembre, potenziarle per far fronte all'eventuale incremento di popolazione dell'insetto. Sono ormai molti gli olivicoltori che ricorrono soltanto all'installazione di un solo quantitativo ad agosto-settembre.

Composizione: [1,7 – Dioxaspiro (5,5) undecano, feromone con funzione attrattiva g 0,100, deltametrina g 0,019, coformulanti (bicarbonato d'ammonio) q.b. a g. 100].

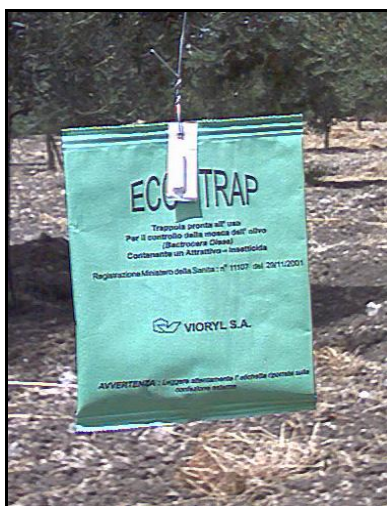


Figura 13 – Eco-Trap della ditta greca Vioryl

B) Pannello attrattivo “Attract and Kill” (Fig. 14), hanno dimensioni di 20 x 20 cm, sono di cellulosa e di colore grigio imbevuti di circa 20 mg di lambda-cyhalotrina come insetticida, supportano una tavoletta di bicarbonato d'ammonio, per attrattivo alimentare, e uno ogni tre supporta anche una barretta imbevuta di 50 mg Spiroketal, il feromone sessuale 1,7-dioxaspiro-(5,5)-undecano perchè è dimostrato che il raggio d'azione attrattiva del feromone è superiore rispetto all'attrattivo alimentare.

Il dispositivo va installato sulle piante di olivo all'inizio dell'attività sessuale della mosca e prima che le femmine ovidepongano. I pannelli, inoltre, per poter essere facilmente appesi ai rami,

preferibilmente di 2-3 anni, sono aperti in diagonale fino al centro dove è situata una raggiera di fessure; una volta fissati alla pianta vengono chiusi con una linguetta a incastro.

Il numero di dispositivi da impiegare è di 100-150/ha di cui 1/3 con bicarbonato d'ammonio e feromone e 2/3 con solo bicarbonato d'ammonio. Vanno disposti una sola volta, collocandoli preferibilmente nella parte esposta a Sud della pianta, alla maggiore altezza raggiungibile da terra, avendo cura di scegliere rami sufficientemente robusti al fine di garantirne la stabilità sulla pianta.

Il pannello assumerà la forma di un cono con il lato aperto verso l'esterno, gli attrattivi dovranno trovarsi all'interno del cono e, se possibile, il cono non dovrà avere l'apertura diretta contro i venti dominanti.

I pannelli, secondo le analisi effettuate dalla società produttrice, la AgriSense-Bcs, conservano l'efficacia attrattiva e insetticida anche dopo 6 mesi dalla loro collocazione, seppur ridotta al 70%.

Composizione per pannello: 1,7dioxaspiro-(5,5)-undecane (Spiroketal) mg 50, Lambda-cialotrina pura mg 15, bicarbonato d'ammonio g 4, (presente su 1 pannello ogni 3). Ingredienti inerti: Fibra di cellulosa g 12, polimeri g 8.



Figura 14 – Pannello attrattivo “Attract and Kill” della ditta britannica AgriSense-BCS

C) La trappola cromotropica è una trappola adesiva che cattura gli insetti attratti da determinati colori e può essere impiegata sia per il monitoraggio che per la cattura di massa. Essa è costituita da un foglio in polipropilene (materiale plastico atossico) disponibile in diversi colori, bianco, blu e giallo impregnato con un tipo di colla entomologica che mantiene inalterate le proprie caratteristiche nel tempo, non subisce modifiche al variare delle temperature, o se esposta all'acqua ed ai trattamenti chimici.

E' di fondamentale importanza eseguire verifiche periodiche per controllare le catture, lo stato delle trappole ed il loro potere adesivo posizionare la trappola sulle piante o su appositi supporti in

modo da facilitare i trattamenti all'inizio del ciclo colturale in modo da tenere sotto controllo la popolazione dei fitofagi.

D) Le bottiglie trappola con attrattivi alimentari sono bottiglie contenenti fosfato biammonico o altri attrattivi ammoniacali o proteici commerciali (es. Nulure) o artigianali (es. sardina). In molte trappole commercializzate, all'attrazione alimentare è abbinata l'attrazione cromotropica dovuta al colore giallo del fondo della trappola.

Di recente, per iniziativa di pochissimi olivicoltori biologici, in Sicilia ne sono stati identificati soltanto due come citato da Caleca *et al.* (2006), si impiegano bottiglie trappole contenenti sardine salate. Trattasi di bottiglie di plastica per acqua minerale da 1,5 l e 2 l riempite per tre quarti di acqua dove all'interno viene deposta mezza sardina salata, preventivamente lavata, in modo da eliminare la parte conservante e permettere l'instaurazione di processi putrefattivi. In tal modo si forma un composto idrolizzato proteico con funzioni attrattive soprattutto sulle femmine adulte che, attratte dalla putrescina sviluppata, si introducono nelle bottiglie attraverso dei piccoli fori restando imprigionate all'interno della bottiglia stessa.

Bottiglie con acqua e sardine sono in uso anche nella frutticoltura biologica siciliana contro *C. capitata*.

E' nota l'attrattività della putrescina nei confronti dei ditteri Tephritidae (vedi cap. 5.2), ma tuttavia non esistono dati scientifici che attestano l'efficacia del metodo che prevede l'uso delle sardine quali attrattivo.

Sarà proprio questo il tema della presente tesi, rivolto a fornire, agli olivicoltori biologici e non, un metodo alternativo ed innovativo di controllo per la mosca delle olive.

Attualmente, per agevolare le catture mediante bottiglia, è disponibile un prodotto (*Tap-trap*, Fig. 15) creato da Roberto Carello (2006) assomigliante ad un tappo, colorato di giallo, uno dei colori che più attraggono gli insetti, che sotto il suo cono nasconde un pratico meccanismo di aggancio ad una bottiglia di plastica per acqua minerale lasciando lo spazio sufficiente agli insetti per entrare, ma rendendo poi pressoché impossibile l'uscita.

Nelle bottiglie è possibile quindi usare le sostanze naturali o quelle già in commercio per altri tipi di trappole e per un migliore risultato, la quantità di bottiglie da utilizzare è di una per pianta, posizionate sul lato sud, sud-ovest delle stesse, ad una altezza variabile da 1 e 2 m.



Figura 15 – Tap-trap su bottiglia contenente attrattivi vari

Le ricerche, effettuate negli ultimi anni nell'olivicoltura biologica da olio, con tecniche di cattura massale sono state numerose e se ne analizzano qui i risultati che, in ogni caso, sono stati di minore efficacia rispetto a quelli ottenuti con i fitofarmaci di sintesi.

L'applicazione del metodo attratticida può rappresentare in alcuni casi una valida strategia per contenere le popolazioni di adulti di *B. oleae* sia in sistemi di produzione biologica che integrata. I risultati ottenuti finora da diversi autori, che hanno applicato tale metodo, hanno spesso messo in evidenza una scarsa efficacia o comunque una non sempre ottimale protezione fino alla raccolta, specialmente quando le infestazioni di *B. oleae* risultavano elevate.

L'analisi di cui sotto è stata condotta attraverso un'indagine bibliografica (tesi di Master di M. Maltese, 2005) consultando alcune tesi di Laurea seguite dalla Sezione di Entomologia, Acarologia e Zoologia del Dipartimento SENFIMIZO della Facoltà di Agraria di Palermo ed alcune prove pubblicate sull'“Informatore Agrario” e su “Olivo & Olio”.

In Puglia un lavoro condotto da Guarino *et al.* (2003) sulle catture massali con i pannelli attrattivi “Attract and Kill” dell'AgriSense-BCS ha confermato tale indicazione. Infatti, nel 2002, annata caratterizzata da una elevata piovosità, da temperature miti e favorevoli allo sviluppo della mosca, le infestazioni sono state precoci, sin dal mese di luglio, e sono continuate fino a dicembre. Nelle prove è stato possibile osservare che i dispositivi hanno contenuto le infestazioni solo nel primo periodo di presenza della popolazione di *B. oleae*. Successivamente il metodo non ha garantito una protezione adeguata della popolazione facendo registrare valori quasi uguali a quelli del testimone non trattato.

Secondo una prova condotta da Iannotta *et al.* (2002) l'infestazione totale ha raggiunto il miglior risultato nella tesi con i pannelli attrattivi dell'AgriSense-BCS, attestandosi, fino alla metà di ottobre, al 25%: percentuale più bassa dell'8% rispetto alla tesi riguardante il controllo con un metodo convenzionale e del 12% rispetto alla tesi di un testimone non trattato. L'infestazione nelle parcelle con le catture massali effettuate con tale dispositivo è risultata minore in confronto al testimone in tutte le date dei rilievi. Seppur con differenze non significative appare evidente l'azione di contenimento esercitata dal dispositivo bersaglio "attract and kill" contro la mosca delle olive. Ove si considerino anche i benefici effetti conseguibili con questo metodo (assenza di rischi tossicologici, alta selettività di azione e perciò con bassissimo impatto ambientale), secondo gli autori risulta ancor più evidente la validità del suo impiego.

Naturalmente la validità assoluta del metodo va verificata ed ulteriormente sperimentata anche in altre realtà olivicole, e, inoltre, nel lavoro di Iannotta *et al.* (2002) tale validità va commisurata ad un livello d'infestazione non elevato (37% nel non trattato), che, attuando una raccolta anticipata ed una pronta molitura, potrebbe non necessitare di alcun altro intervento per il controllo della mosca.

In Italia le numerose prove, poco confrontabili per le diverse condizioni pedoclimatiche, effettuate con la trappola Eco-trap della ditta greca Vioryl rivelano i limiti del metodo delle catture massali e la necessità di una più ampia sperimentazione.

In un studio condotto da Tsolakis e Ragusa (2005) sull'andamento dell'infestazione in 1 ha di superficie olivicola, difesa da Eco-trap confrontato con quella di un campo gemello irrorato anche con soluzioni di idrossido di rame, è emerso che le trappole attratticide costituiscono una barriera, di certo valicabile, ma che rallenta l'espandersi dell'infestazione del tefritide verso il centro del campo. L'efficacia di queste trappole, inoltre, aumenta con l'aumentare della superficie e nello stesso tempo diminuisce con l'aumentare della densità delle popolazioni del dittero. D'altra parte anche l'idrossido di rame da solo, pur fornendo risultati interessanti, non è in grado di garantire a lungo la difesa dell'oliveto. Secondo gli autori la combinazione di queste due tecniche, trappole attratticide più idrossido di rame, costituisce una valida alternativa di difesa dalla mosca delle olive, anche per piccole superfici e non solo per l'olivicoltura biologica ma anche per quella convenzionale.

Nel 2003 alcune prove per la valutazione dell'efficacia di alcune trappole per la cattura massale nei confronti della mosca delle olive (Caleca *et al.*, 2005) hanno fatto osservare che l'impiego di trappole Eco-trap e trappole contenenti fosfato biammonico non ha mostrato differenze statisticamente significative nell'intero periodo, né tra di loro né tra queste e le parcelle non trattate; è da sottolineare che l'attacco del dittero nel 2003, ed in particolare in questo campo sperimentale, si è mantenuto a livelli bassi, raggiungendo il 10 novembre il 14-33% d'infestazione totale nelle varie parcelle.

Nello stesso lavoro, nel 2004, invece, dalle prove per la valutazione dell'efficacia delle Eco-Trap nei confronti della mosca delle olive si evince che, soltanto un caso su quattro evidenzia differenze statisticamente significative. In particolare la tesi con Eco-Trap + idrossido di rame ha messo in evidenza un livello di infestazione dannosa, al 30 ottobre, pari a 0,12 (numero di larve di III° età, pupe, fori di uscita e grandi gallerie vuote) contro un valore pari a 0,48 nella tesi con idrossido di rame; osservando la disposizione delle parcelle a confronto si può notare che quest'ultima è la più interna tra le quelle con Eco-Trap; questo dato concorda quindi con i risultati di Tsolakis e Ragusa (2005).

In un altro confronto tra due oliveti con Eco-Trap e due senza, esposto sempre nel lavoro di Caleca *et al.*, (2005), non si evidenzia un chiaro effetto di questo dispositivo di controllo della mosca delle olive: l'analisi statistica dei dati riguardanti l'infestazione infatti non differenzia i due gruppi di aziende.

In Campania, Viggiani (2001) seguì un biennio (1998-1999) di prove sulle catture massali con Eco-Trap. I risultati che si sono riscontrati non sono stati molto incoraggianti, anche se nei due anni di sperimentazione le differenze tra i dati relativi alle olive danneggiate nell'oliveto con Eco-Trap e in quello testimone, all'analisi della varianza (ANOVA), sono risultate statisticamente significative ($p < 0,05$). Il riscontro negativo è dato, secondo l'autore, dall'andamento delle infestazioni nei due anni consecutivi, che non è mai sceso al di sotto del 20%.

Il metodo delle catture massali con Eco-Trap è stato finora sottoposto a poche ricerche per trarre pratiche indicazioni sulla sua validità. Tuttavia, pur nella varietà degli ambienti e delle metodologie adottate, secondo Viggiani, probabilmente, l'ottimale calibratura delle trappole tuttora in uso è uno degli aspetti che può contribuire ad una maggiore efficacia del metodo.

Dati relativi al biennio 1998-99, sulla valutazione del metodo della cattura massale sia nelle condizioni estreme di applicazione che in quelle ottimali vengono esposti da Sportelli (2001). Nel 1998, annata con alta popolazione del fitofago, al fine di evitare il posizionamento di altre trappole e ridurre i costi, il metodo è stato applicato per un ridotto periodo ed in tali condizioni il metodo è risultato scarsamente efficace.

Al contrario nel 1999, quando le infestazioni della mosca delle olive sono state inizialmente limitate dalle temperature estive particolarmente alte, le trappole sono state installate in anticipo. Ciò ha consentito di registrare alla raccolta un'infestazione negli oliveti con Eco-Trap del 2 e 3%, contro il 9 e 31% registrato negli oliveti testimone.

Le osservazioni esposte da Sportelli (2001), e nella pratica condotte da Baldacchino, hanno consentito di accertare che l'uso della cattura massale non sempre è evidenziato da un calo delle

catture del fitofago. L'efficacia quindi è rilevabile solo valutando il grado d'infestazione delle drupe campionate ed è molto condizionata dalla densità di popolazione del fitofago in quanto con alte densità la riduzione che ne consegue non è sufficiente a garantire la sanità del prodotto.

In tale ottica vanno considerati i fattori che limitano le infestazioni precoci e ritardano l'incremento di popolazione o ne rallentano lo sviluppo autunnale. infatti il metodo ha dato i migliori risultati in concomitanza di altri fattori pedo-climatici e colturali riscontrati negli oliveti in osservazione:

- con produttività discreta dell'oliveto, le drupe maturano tardivamente e anche se infestate tendono poco a cascolare;
- in oliveti condotti in asciutto o razionalmente irrigati le drupe in piena estate sono ancora poco recettive alle infestazioni;
- in oliveti posti a quota relativamente alta le basse temperature autunnali aumentano i tempi di sviluppo delle larve e rallentato l'incremento d'infestazione.

Infine il metodo deve essere sempre supportato dalla possibilità di poter attuare la raccolta precoce delle olive.

La convenienza economica del controllo della mosca delle olive con il metodo della cattura massale trova difficilmente parametri di confronto con altre metodologie non essendo disponibili in olivicoltura biologica che poche alternative di controllo di confermata efficacia.

Nello stesso lavoro si è proceduto, quindi, alla stima del costo medio ad ettaro per l'applicazione di tale tecnica di controllo. Considerando, in un ettaro di oliveto intensivo, la presenza media di 200 piante e l'installazione di 1,5 trappole per pianta, si ha un costo in trappole pari a € 300; a ciò vanno aggiunte € 100,00 per spese di manodopera necessaria per l'installazione e la rimozione delle trappole.

Il costo ad ettaro risulta attualmente elevato per una coltura che dà ridottissimi margini di guadagno. Ciò non esclude che in particolari condizione colturali e/o di organizzazione aziendale si possa applicare il metodo della cattura massale a costi inferiori o trovare comunque convenienza economica. In particolare si ricordano le aziende che con l'imbottigliamento e attraverso mirate strategie di marketing riescono ad ottenere quel valore aggiunto che ne consente l'applicazione a livello economico.

- ❖ Il progetto si prefigge di individuare, nell'olivicoltura biologica, un razionale modello di controllo eco-compatibile delle popolazioni di *Bactrocera oleae* (Rossi) in ambienti mediterranei ed australi
- ❖ Analizzare l'efficacia delle catture massali con bottiglie trappola innescate con farina di pesce o sardina per il controllo di *B. oleae*.
- ❖ Osservare e studiare le relazioni che intercorrono tra l'efficacia del prodotto utilizzato, il livello d'infestazione e la qualità di olio ottenuto per ogni singola parcella diversamente gestita.



PARTE SPERIMENTALE

4. EFFICACIA DELLE CATTURE MASSALI MEDIANTE BOTTIGLIE TRAPPOLA INNESCATE CON FARINA DI PESCE E SARDINE CONFRONTATE CON TRATTAMENTI A BASE DI CAOLINO ED IDROSSIDO DI RAME NEL CONTROLLO DI *B. OLEAE*

Uno degli obiettivi dell'attività di ricerca è stato quello di valutare l'efficacia delle catture massali, svolta attraverso l'uso di bottiglie-trappola innescate con la farina di pesce o le sardine, nel controllo di *B. oleae*, confrontandola con quella dei trattamenti a base di caolino ed idrossido di rame, che in alcuni recenti studi sono risultati efficaci.

4.1. – MATERIALI E METODI

4.1.1. – Ubicazione e descrizione del campo sperimentale

Le attività sperimentali sono state condotte presso l'Azienda Agricola Biologica Titone, sita in località Loco Grande - Infusera nel Territorio di Trapani (Foto 1), condotta secondo i canoni dell'agricoltura biologica. La stessa è estesa 16,2 ha, di cui 14,5 ha sono occupati da un oliveto irriguo, dotato di un impianto d'irrigazione a micro portata. L'intera superficie aziendale presenta giacitura pianeggiante ed è situata ad una quota compresa tra 10 e 16 m s.l.m. La composizione del suolo è uniforme con tessitura franco-sabbiosa, assimilabile all'associazione dei litosuoli e suoli bruno-calcarei tipica delle aree costiere della Sicilia occidentale.

La gestione degli interventi irrigui, attuati anche nei tre anni di prove, è rappresentata da 3-4 irrigazioni di soccorso, tra la prima settimana del mese di luglio (dopo l'indurimento del nocciolo) e la prima settimana di settembre, somministrando circa 150 l di acqua per pianta ad ogni intervento.

Nel biennio 2008/2009, le prove sono state realizzate in una porzione dell'oliveto estesa 2,7 ha in cui è presente la cv. Nocellara del Belice. (Fig. 1). Quest'oliveto sperimentale, che d'ora in avanti chiameremo oliveto 1, presenta piante di venti anni di età, con un sesto d'impianto di 4 x 7 m ed orientamento dei filari in direzione nord-sud.



Figura 1 - Azienda Agricola Biologica Titone - Trapani

Figura 2 - Oliveto 1.

Nel 2010, al fine di confrontare l'efficacia della cattura massale con i due diversi attrattivi su parcelle di maggiori dimensioni, le attività sperimentali hanno coinvolto anche un oliveto adiacente avente caratteristiche simili al precedente e che d'ora ed innanzi chiameremo oliveto 2, è esteso 3,3 ha e che differisce dal precedente soltanto perché, oltre alla cv. Nocellara del Belice, è presente anche la cv. Cerasuola.

4.1.2. – Le tesi messe a confronto nei tre anni e schema sperimentale

Nel 2008 e nel 2009 le tesi messe a confronto sono state 9 compreso ad un testimone rappresentato da piante non sottoposte ad alcun tipo di intervento messo in atto per controllare la mosca delle olive. Sono state realizzate 4 tesi con un solo mezzo di controllo (cattura massale o trattamento repellente-antiovideponente) e 4 con controllo combinato (cattura massale + trattamento repellente-antiovideponente), come di seguito elencato:

1. tesi NT: piante non sottoposte ad alcun tipo di controllo;
2. tesi SA: controllo con cattura massale attraverso posizionamento di bottiglie trappola innescate con sardina in macerazione;
3. tesi FA: controllo singolo con cattura massale attraverso posizionamento di bottiglie trappola innescate con farina di pesce in macerazione;
4. tesi CAO: controllo singolo attraverso trattamenti a tutta chioma con caolino;
5. tesi IDRO: controllo singolo attraverso trattamenti a tutta chioma con idrossido di rame;
6. tesi SA+CAO: controllo combinato: cattura massale con bottiglie trappola a base di sardina e trattamento con caolino;
7. tesi SA+IDRO: controllo combinato: cattura massale con bottiglie trappola a base di sardina e trattamento con idrossido di rame;
8. tesi FA+CAO: controllo combinato: cattura massale con bottiglie trappola a base di farina di pesce e trattamento con caolino;
9. tesi FA+IDRO: controllo combinato: cattura massale con bottiglie trappola a base di farina di pesce e trattamento con idrossido di rame;

Nel 2008 e nel 2009 è stata prevista una sola replicazione per ognuna delle 9 tesi, nell'oliveto 1 su parcelle di superficie pari a 3.000 m² ciascuna, in quanto, ai fini della ripetizione dell'esperimento, si è anche tenuto conto delle prove realizzate in combinazione con gli altri metodi (Figg. 11 e 12).

Nel 2010, contrariamente agli anni precedenti, sono state messe a confronto le sole due tesi di controllo singolo attraverso cattura massale SA, FA oltre al testimone NT, realizzate, però, su due replicazioni (Figg. 13 e 14). interessando lo stesso oliveto 1, con parcelle di dimensione pari a 0,9 ha (Fig. 13), e l'oliveto 2 con parcelle di dimensione pari a 1,1 ha in parte occupate dalla cultivar Nocellara del Belice ed in parte dalla cultivar Cerasuola (Fig. 14).

Sulle parcelle così costituite, a partire dal mese di luglio e fino alla raccolta, sono stati rilevati i seguenti parametri:

- popolazione maschile attraverso le catture nelle trappole a feromone;
- infestazione delle drupe;
- catture nelle bottiglie trappola;
- dati termo pluviometrici dell'area.

Le olive provenienti dalle parcelle sperimentali di ogni singola tesi sono state molite separatamente presso il frantoio di cui l'azienda è dotata, entro le 12 ore dalla raccolta.

4.1.3. – Prodotti impiegati per il controllo di *B. oleae* e modalità d'intervento

Le bottiglie trappola impiegate per le tesi interessate dalla cattura massale, erano bottiglie da 2 l in Polietilene, innescate con farina di pesce o sardina. La farina di pesce impiegata era la Super Prime della ditta Sapizoo S.p.A., che deriva da un miscuglio di diversi pesci, prodotta in Cile e commercializzata in sacchi da 25 kg, (Fig. 3). Per l'altra tesi, invece, sono state impiegate sarde salate di produzione italiana e commercializzate in latta da 4,8 kg (Fig. 4).



Figura 3 - Farina di pesce tipo Superprime



Figura 4 - Sardine in salamoia

La preparazione delle bottiglie trappola è stata realizzata con la seguente procedura: innanzitutto, sulla parte alta delle bottiglie, a circa $\frac{3}{4}$ della loro altezza, sono stati prodotti due fori del diametro di 6-7 mm, quindi, le bottiglie sono state riempite con 1 l di acqua cui sono stati aggiunti 5 g di farina di pesce o di sardina (nel 2008 e 2010); mentre, nel 2009 il quantitativo di sardina utilizzato è stato doppio (10 g). Successivamente, le bottiglie sono state tappate ed è stato applicato un filo in nylon al collo, necessario per il successivo posizionamento sulle piante (Fig. 15), appendendole ad uno dei rami della pianta a circa 1,5 m di altezza da terra.

Nei tre anni, il posizionamento delle bottiglie trappola innescate con la farina di pesce o con la sardina è stato effettuato una sola volta all'anno nella prima settimana di agosto.

Le bottiglie trappola sono state posizionate in numero di una bottiglia per pianta sul filare perimetrale della parcella e di una ogni due piante al suo interno, disponendole a scacchiera.

Nelle tesi con trattamenti repellenti- antiovideponenti, sono stati impiegati l'idrossido di rame al 40% (Assoram 40 WP), in formulato polverulento e commercializzato in sacchi da 10 kg (Fig. 5) ed il Surround WP contenente 95% di caolino, commercializzato in sacchi da 12,5 kg (Fig. 6).



Figura 5 - Idrossido di rame al 40%



Figura 6 - Surround WP contenente 95% di caolino

L'idrossido di rame al 40%, è stato impiegato nella dose di 300 g/100 l d'acqua, mentre, il Surround WP è stato impiegato nella dose di 5 kg/100 l. Le irrorazioni a tutta chioma sono state effettuate con lancia a mano per mezzo di un atomizzatore trainato a bassi volumi, impiegando circa 2 l per albero trattato (Figg. 7 e 8) .

Nel 2008 e nel 2009, i trattamenti repellenti -antiovideponenti a tutta chioma, sia nelle tesi singole che in quelle combinate alla cattura massale, sono stati realizzati adottando quale soglia d'intervento il 5% d'infestazione attiva nelle drupe; in assenza del raggiungimento di tale soglia, il primo trattamento è stato comunque effettuato nella prima settimana di settembre; un ulteriore trattamento è stato effettuato se le drupe avevano un'infestazione superiore al 5% e il caolino sulle drupe era stato dilavato; in ogni caso non sono stati effettuati trattamenti nei 20 giorni precedenti la raccolta.

Nei due anni di prova, il numero dei trattamenti ed il loro intervallo di esecuzione, è stato influenzato dall'andamento delle precipitazioni atmosferiche, dalle infestazioni sulle drupe e, di conseguenza, dalle previsioni di raccolta. Nel 2008 sono stati necessari 3

trattamenti e, più specificatamente, il 3 e 18 settembre ed l'8 ottobre, con la raccolta iniziata il 27 ottobre, mentre, nel 2009, sono stati sufficienti 2 trattamenti, il 9 e il 21 settembre, con raccolta iniziata il 27 ottobre.



Figura 7 - Trattamento con Idrossido di rame.



Figura 8 - Trattamento con caolino Surround WP



Figura 9 – A sinistra pianta non trattata a destra pianta trattata con caolino.



Figura 10 - Drupa trattata con caolino

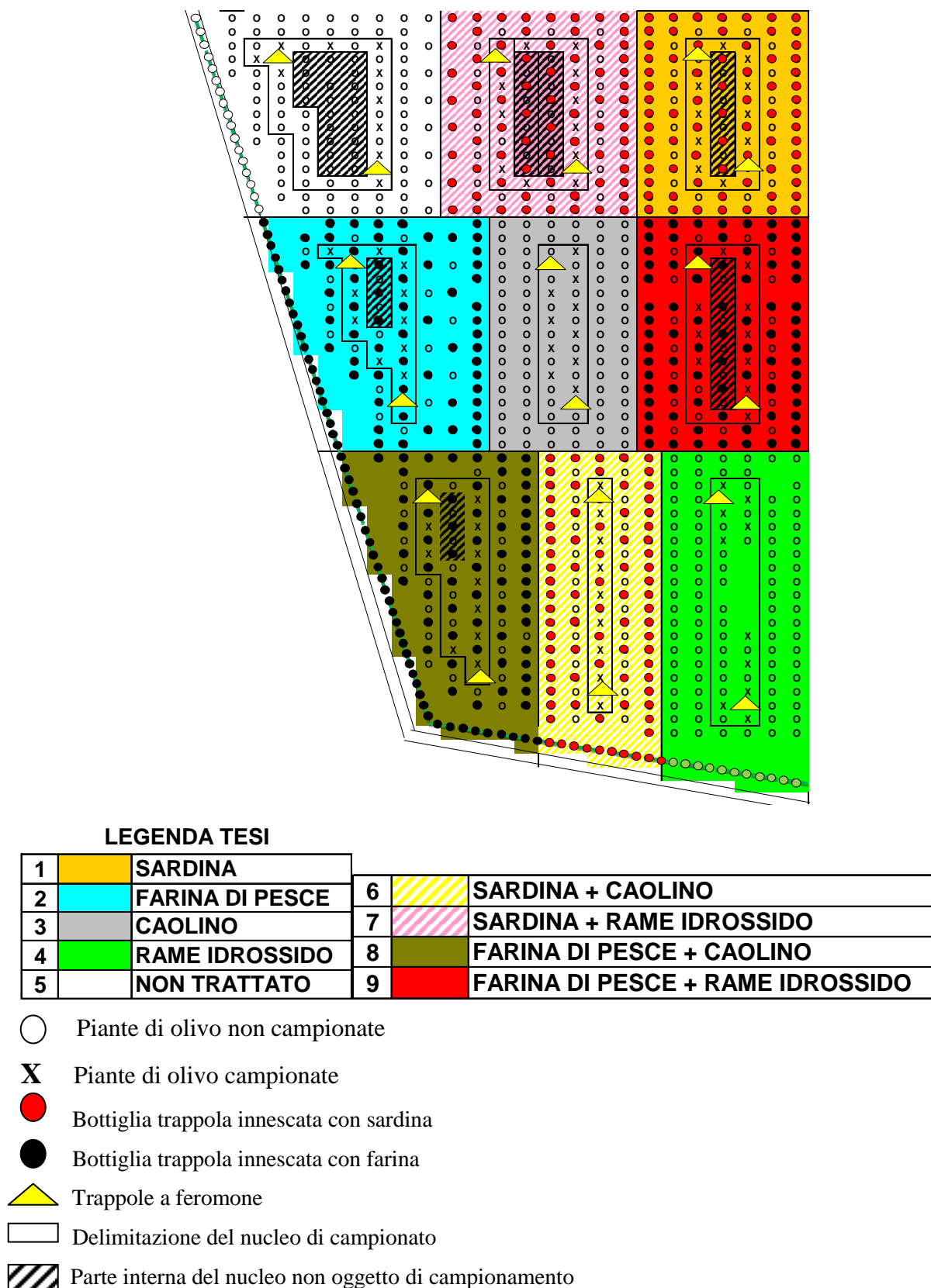


Figura 11 - Pianta dell'oliveto 1 – Anno 2008

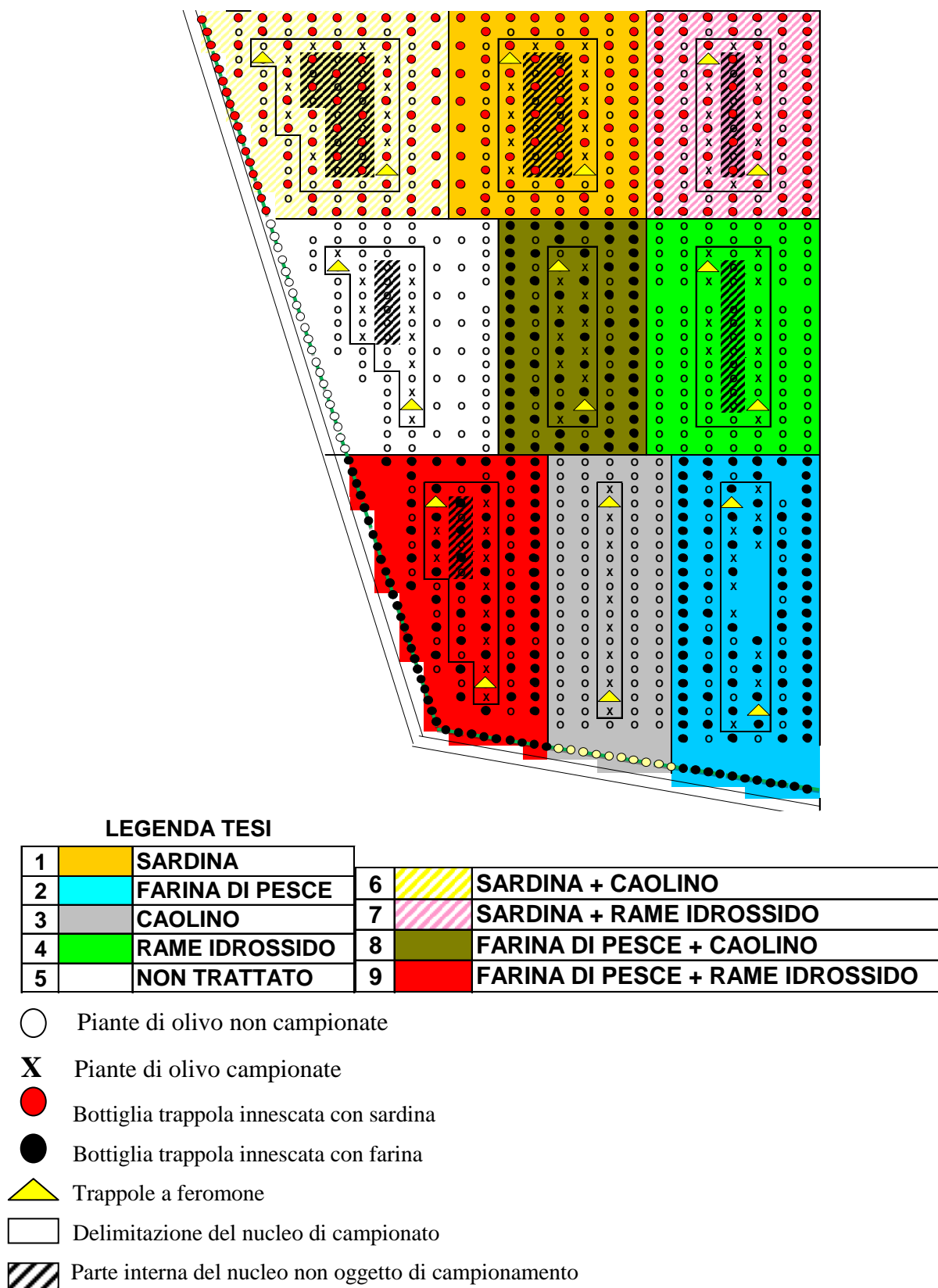


Figura 12 - Pianta dell'oliveto 1 – Anno 2009

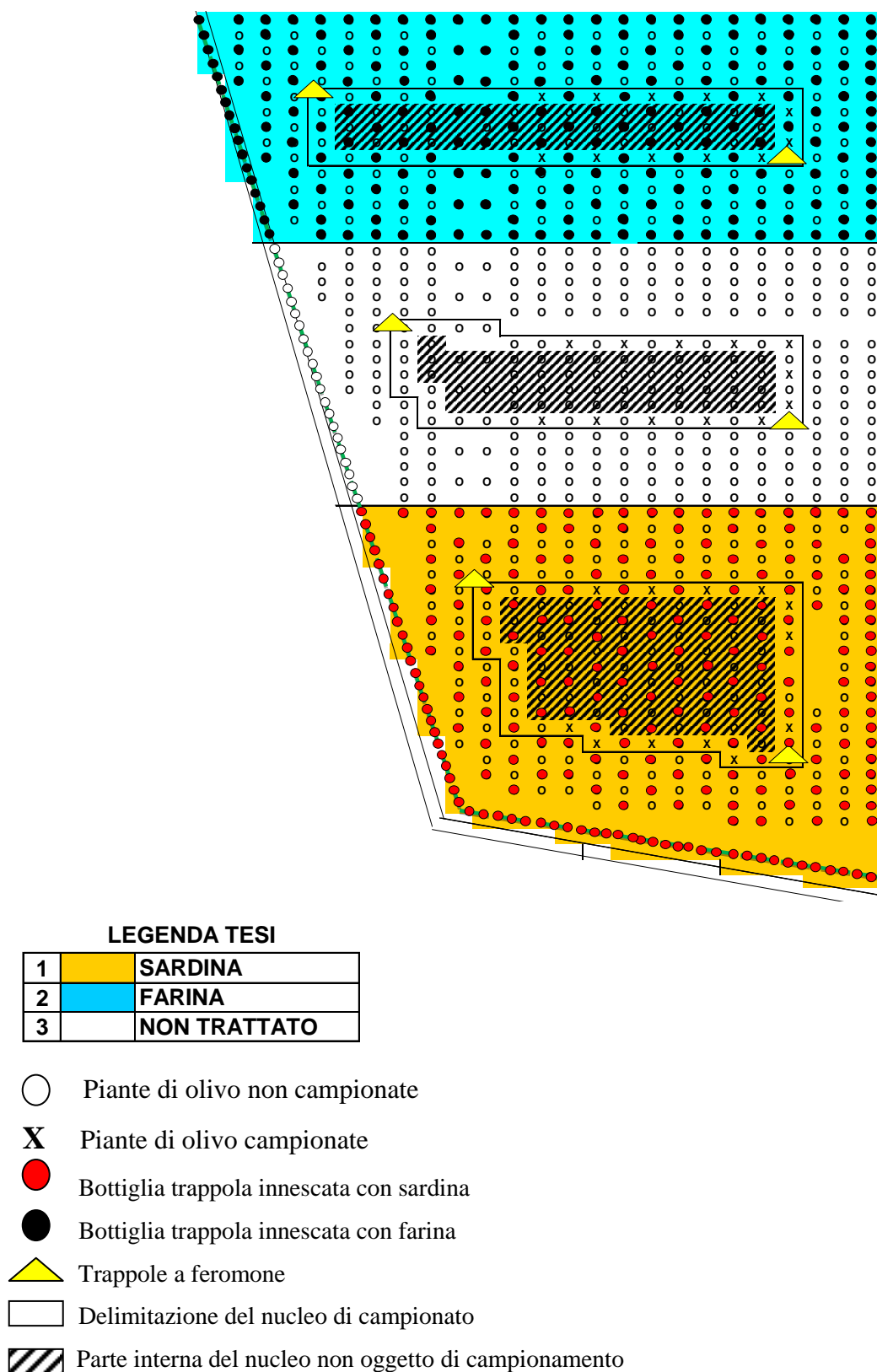
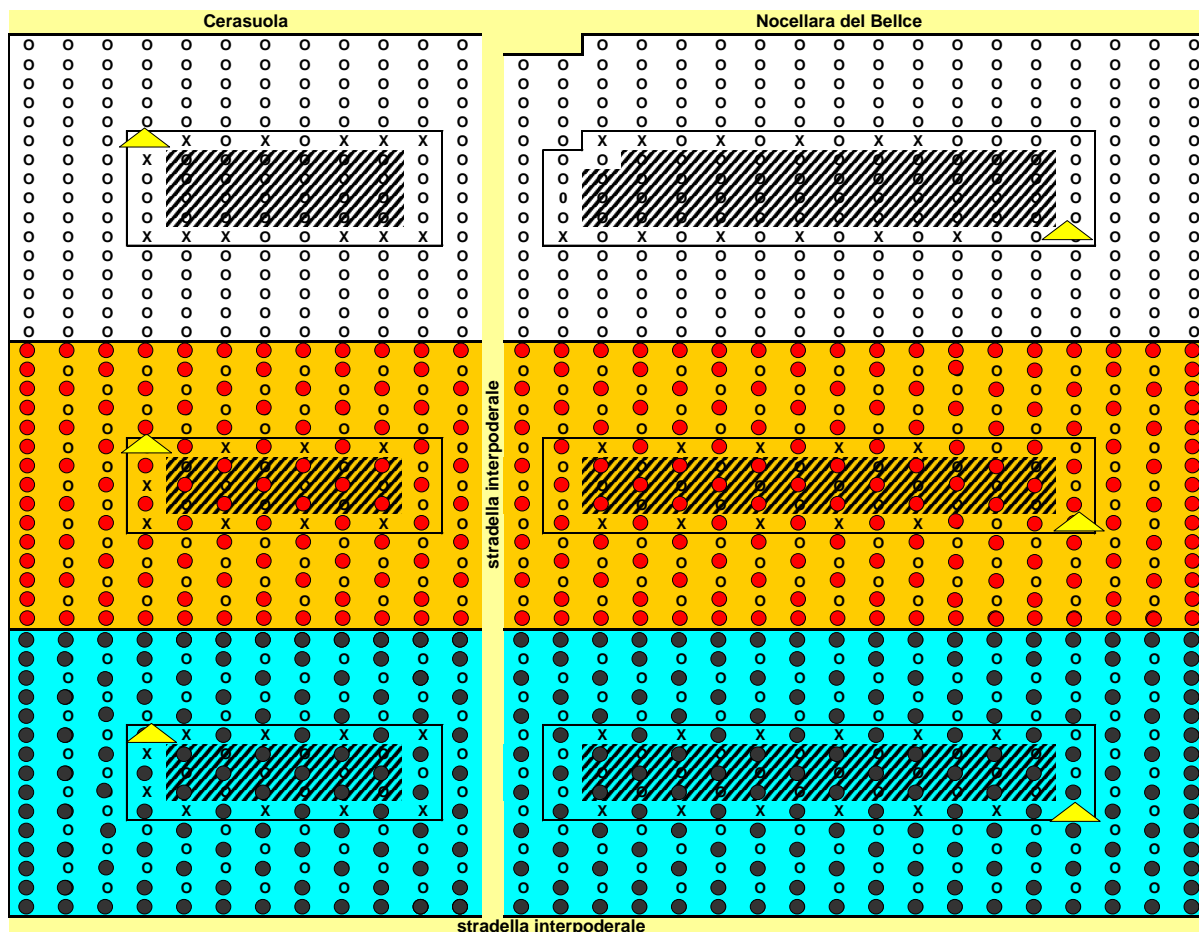


Figura 13 - Pianta dell'oliveto 1 – Anno 2010



LEGENDA TESI

1		SARDINA
2		FARINA
3		NON TRATTATO

- Pianta di olivo non campionate
- X Pianta di olivo campionate
- Bottiglia trappola innescata con sardina
- Bottiglia trappola innescata con farina
- ▲ Trappole a feromone
- Delimitazione del nucleo di campionato
- ▨ Parte interna del nucleo non oggetto di campionamento

Figura 14 - Pianta dell'oliveto 2 – Anno 2010

4.1.4. – Dati termo pluviometrici

I dati termo pluviometrici monitorati dal 1° luglio sino alla raccolta, sono stati i seguenti:

1. temperatura minima e massima giornaliera;
2. umidità relativa dell'aria giornaliera;
3. precipitazioni giornaliere.

I suddetti parametri sono stati forniti dal S.I.A.S. (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) e sono riferiti alla vicina Stazione Agrometeorologica in Telemisura di Trapani Fontanasalsa, sita a 4,5 km dall'azienda.

4.1.5. – Monitoraggio della popolazione maschile di *B. oleae*

Per il monitoraggio delle popolazioni maschili di *B. oleae* sono state impiegate trappole a feromone del tipo Dacotrap della ditta ISAGRO (Figura 15). Il feromone utilizzato è lo spirochetale (1-7) dioxaspiro (5-5) undecano, feromone sessuale femminile di *B. oleae*.

Il monitoraggio è stato effettuato, a partire dalla prima settimana di luglio e fino alla raccolta, su tutte le parcelle sperimentali. Su ogni parcella sono state posizionate due trappole a feromone disposte come nelle Figg. 11-12-13 e 14, a 3 piante dal bordo della stessa nel 2008 e nel 2009 e a 20-21 metri dal bordo nel 2010.

La sostituzione degli erogatori è stata effettuata ad intervalli di 30 giorni, mentre, le trappole sono state sostituite una sola volta a 60 giorni dal primo posizionamento.



Figura 15 - Trappola a feromone Dacotrap utilizzata nei tre anni

4.1.6. – Monitoraggio delle infestazioni di *Bactrocera oleae*

Nel biennio 2008-2009, all'interno di ogni singola parcella, costituita da circa 100 piante ciascuna, sono state individuate 10 piante caratterizzate da sviluppo vegeto produttivo simile sulle quali effettuare il campionamento delle drupe. Le piante erano disposte sul terzo filare dal bordo della parcella, escludendo sul filare le due piante dal bordo, (Figg. 11 e 12). Il campionamento delle 100 drupe (10 per pianta) è stato effettuato a partire dall'ultima settimana di luglio ed è stato ripetuto ad intervalli regolari di 15 giorni, fino alla fine di agosto: al raggiungimento di livelli di infestazione totale superiori al 5% il campionamento è proseguito a cadenza settimanale fino alla raccolta. Le drupe sono state campionate ad altezza d'uomo in modo casuale, interessando l'intera circonferenza della chioma.

Nel 2010, il numero delle piante campionate in ogni parcella è stato aumentato a 12, e le drupe campionate sono state 120 (sempre 10 per pianta).

Il campione di drupe raccolto è stato esaminato con l'ausilio dello stereomicroscopio al fine di verificare i livelli d'infestazione della mosca.

L'infestazione riscontrata è stata differenziata in:

1. Infestazione attiva (punture fertili e larve di 1^a e di 2^a età);
2. Infestazione dannosa (3^a età, pupe, fori di uscita);
3. Infestazione totale (infestazioni attiva + infestazione dannosa).

4.1.7. – Campionamento degli artropodi catturati nelle bottiglie trappola

Il campionamento delle bottiglie trappola, avente come scopo la verifica della capacità attrattiva nei confronti di *B. oleae* e di altri artropodi da parte dei due attrattivi, è stato effettuato settimanalmente, a partire da 12-15 giorni dopo il loro posizionamento, sino a due settimane dopo la raccolta. Nel 2008 e nel 2009, sono state campionate 10 bottiglie poste sul terzo filare dal bordo della parcella, escludendo anche le prime 2 piante dal bordo sul filare, mentre nel 2010 sono state campionate 10 bottiglie poste sul quarto filare dal bordo escludendo anche le prime 5 piante dal bordo sul filare, in modo da mantenere una distanza di 20-21 metri dal bordo della parcella.

Ad ogni campionamento, la sospensione delle bottiglie è stata filtrata e gli artropodi catturati sono stati raccolti e posti in contenitori sotto alcool denaturato al 67,5%. La

sospensione filtrata è stata, invece, riposta all'interno delle bottiglie che sono state ricollocate sulle piante (Figg. 16 e 17).



Foto 16 - Bottiglia trappola innescata con farina di pesce con particolare del foro.



Figura 17 - Filtraggio del contenuto della bottiglia trappola durante le operazioni di campionamento.

Tabella 1: quadro riepilogativo dello schema sperimentale adottato nel 2008 e nel 2009

Numero di tesi	8 + testimone (4 tesi con controllo singolo e 4 con controllo combinato)
Numero di ripetizioni per tesi	1
Numero di parcelle per tesi	1
Numero di piante per parcella	100
Modalità di posizionamento delle bottiglie trappola	1 per pianta nel filare di bordo 1 ogni due piante all'interno della parcella
Numero di campionamenti delle drupe	1 ogni 15 giorni fino al raggiungimento di infestazioni > al 5% e successivamente 1 ogni 7 giorni fino alla raccolta
Numero di drupe prelevate ad ogni rilievo	100 (10 per pianta su 10 piante)
Numero di bottiglie trappola esaminate	10 per ogni tesi

Tabella 2: quadro riepilogativo dello schema sperimentale adottato nel 2010

Numero di tesi	2 di cattura massale (SA e FA) + testimone (NT)
Numero di ripetizioni per tesi	2
Numero di parcelle per tesi	2
Numero di piante per parcella	300 nell'oliveto 1 e 400 nell'oliveto 2
Modalità di posizionamento delle bottiglie trappola	1 per pianta nel filare di bordo 1 ogni due piante all'interno della parcella

Numero dei campionamenti delle drupe	1 ogni 15 giorni fino al raggiungimento di infestazioni > al 5% e successivamente 1 ogni 7 giorni fino alla raccolta
Numero di drupe prelevate ad ogni rilievo	120 (10 per pianta su 12 piante)
Numero di bottiglie trappola esaminate	10 per ogni tesi

4.1.8. – Analisi chimiche dell’olio

I campioni di olio provenienti dalla molitura separata delle diverse tesi sono analizzati presso il laboratorio di Industrie Agrarie della Facoltà di Agraria di Palermo,

I parametri rilevati nel 2008 sono stati i seguenti:

1. Acidità libera, espressa in percentuale in peso di acido oleico;
2. Numero di perossidi espressi in meq O₂/kg olio;
3. Quadro fenolico espresso in termini di (mg/kg di acido caffeico).

Nel 2009 ai precedenti parametri si è aggiunta la composizione degli acidi grassi .

4.1.9. – Analisi statistica dei dati

Per l’analisi statistica dei dati che hanno riguardato le catture di maschi nelle trappole a feromone, le infestazioni delle drupe e le catture di *B. oleae* nelle bottiglie trappola i dati relativi all'intero periodo sono stati sottoposti all’analisi della varianza (ANOVA) per misure ripetute, mentre i dati relativi alla singola data di campionamento sono stati sottoposti all’analisi della varianza (ANOVA) ad una via. Entrambe le analisi sono state seguite dal test post-hoc di Tukey ($p < 0,05$).

4.2 - RISULTATI E DISCUSSIONI

4.2.1. – Dati termopluviometrici, catture di maschi adulti nelle trappole a feromone ed infestazione di *B. oleae* nella tesi senza controllo(testimone)

Di seguito vengono analizzate le correlazioni esistenti tra dati climatici, popolazione di maschi adulti ed infestazioni di *B. oleae* nella tesi senza alcun tipo di controllo (NT).

Le tabelle sottostanti (Tabb. 3-4-5-6) indicano le catture dei maschi adulti di *B. oleae* nelle trappole a feromone posizionate in ognuna delle parcelle sperimentali nei tre anni di prove e fanno riferimento alla cattura media per trappola per ognuna delle singole tesi.

Tabella 3: Catture medie dei maschi adulti di *B. oleae* nelle trappole a feromone nel 2008

TESI	05 ago	12 ago	19 ago	26 ago	2 set	9 set	16 set	23 set	30 set	7 ott	14 ott	21 ott	28 ott	4 nov	Totale catture	Media intero periodo (ANOVA a misure ripetute)
NT	3,5	1,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,5	8,0	7,5	10,5	14,5	17,5	21,0	32,5	147,5	9,7 a
SA	1,0	0,5	2,5	3,0	4,5	2,0	3,5	8,5	3,0	6,5	8,5	13,5	8,0	23,5	91,0	6,0 a
FA	4,5	2,0	3,0	2,0	7,5	6,0	6,0	9,0	6,5	8,5	7,0	9,5	9,5	19,5	102,0	6,7 a
CAO	1,5	0,5	2,5	2,5	1,5	1,0	4,0	2,5	3,0	3,5	4,5	9,5	6,0	13,0	58,0	3,8 a
IDRO	1,0	0,5	4,0	5,5	5,0	4,5	6,0	4,5	5,5	6,5	6,0	20,0	7,0	25,5	104,5	6,9 a
SA+CAO	1,0	2,5	6,5	3,0	3,5	6,5	5,5	5,5	4,5	3,0	4,0	10,0	7,5	14,5	79,0	5,3 a
SA+IDRO	2,5	0,0	2,5	4,5	8,0	2,5	10,0	6,5	6,5	5,5	8,0	10,5	8,0	22,0	101,0	6,7 a
FA+CAO	0,5	0,5	2,5	4,0	2,5	2,5	5,0	8,0	6,0	4,5	7,0	16,0	13,0	24,5	102,5	6,5 a
FA+IDRO	2,5	1,0	1,0	2,0	3,5	2,5	4,5	5,5	5,5	4,0	3,5	7,0	8,0	19,5	71,0	6,9 a
Catture medie per data	2,0	0,9	3,1	3,4	4,6	3,7	5,7	6,4	5,3	5,8	7,0	12,6	9,8	21,6		

Tabella 4: Catture medie dei maschi adulti di *B. oleae* nelle trappole a feromone nel 2009

TESI	4 ago	11 ago	18 ago	25 ago	1 set	8 set	15 set	22 set	29 set	6 ott	13 ott	20 ott	28 ott	3 nov	Totale catture	Media intero periodo (ANOVA a misure ripetute)
NT	0,5	1,0	0,5	0,0	1,5	1,0	2,0	2,0	1,0	4,5	7,5	29,0	35,0	22,5	136,5	7,7 a

[Efficacia delle catture massali - Risultati e discussioni]

SA	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	2,5	4,0	7,0	6,5	25,5	30,0	17,0	111,0	7,0 a
FA	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,5	2,5	4,0	3,0	9,0	25,0	36,5	12,0	118,5	7,0 a
CAO	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	1,5	1,5	1,0	3,5	5,5	27,0	34,0	14,5	107,5	6,5 a
IDRO	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	5,5	2,0	3,5	5,0	12,5	35,5	47,5	19,5	160,5	9,5 a
SA+CAO	1,0	1,5	2,5	0,0	0,5	2,5	3,0	4,0	4,0	4,0	9,0	39,5	56,5	22,5	179,0	10,8 a
SA+IDRO	1,0	2,0	0,5	0,0	0,5	0,0	2,5	4,0	3,5	5,5	9,0	36,0	60,0	26,5	164,5	10,8 a
FA+CAO	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	2,5	3,5	3,5	6,5	6,5	12,5	48,5	14,0	120,5	7,3 a
FA+IDRO	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	1,5	3,0	3,0	19,0	30,5	11,0	84,5	5,1 a
Catture medie per data	0,7	1,1	0,7	0,1	0,3	0,6	2,8	2,6	2,9	4,7	7,6	27,7	42,1	17,7		

Tabella 5: Catture medie dei maschi adulti di *B. oleae* nelle trappole a feromone nel 2010

Oliveto	TESI	28 lug	3 ago	11 ago	18 ago	24 ago	31 ago	7 set	13 set	21 set	28 set	5 ott	11 ott	19 ott	27 ott	Totale catture	Media intero periodo (ANOVA a misure ripetute)
1	NT	1,5	2,5	5,0	3,0	1,5	2,5	4,0	3,5	11,5	8,0	11,0	16,0	21	16	106,5	7,3 a
	SA	1,5	2,0	4,0	2,5	2,0	3,5	4,0	5,5	11,0	9,0	11,5	12,5	11	14	94,0	6,7 a
	FA	5,5	2,5	5,5	4,5	2,0	4,0	8,0	10,5	15,5	22,0	14,0	13,5	26	16	149,5	10,7 a
2	NT	3,0	3,5	5,0	5,0	2,0	5,0	11,5	8,0	6,5	11,5	8,0	8,5	9	9	95,5	6,8 a
	SA	3,5	2,0	3,5	3,0	0,5	5,0	7,0	6,0	6,5	10,5	9,0	7,5	9	14	86,0	6,1 a
	FA	3,0	3,0	2,5	4,5	1,0	2,5	4,0	9,5	9,0	13,5	9,5	11,5	13	19	105,0	7,5 a
Catture medie Per data		3,0	2,6	4,3	3,8	1,5	3,8	6,4	7,2	10,0	12,4	10,5	11,6	14,8	14,4		

Per tutti gli anni di prove non sono emerse differenze statisticamente significative nelle catture di maschi adulti di *B. oleae* nelle differenti tesi. Nell'intero periodo di osservazioni è stata, infatti, rilevata un'ampia variabilità di catture tra le trappole all'interno della stessa tesi, che fa presupporre che le differenti metodologie di controllo non abbiano influito sulle catture nelle trappole a feromone (Tabb. 3-4-5-6).

Nei grafici di seguito riportati vengono descritti gli andamenti dei seguenti parametri:

1. dati termopluviometrici del sito;
2. catture dei maschi adulti di *B. oleae* nelle trappole a feromone nella tesi NT;
3. infestazioni totali delle drupe da parte delle femmine di *B. oleae* nella tesi NT.

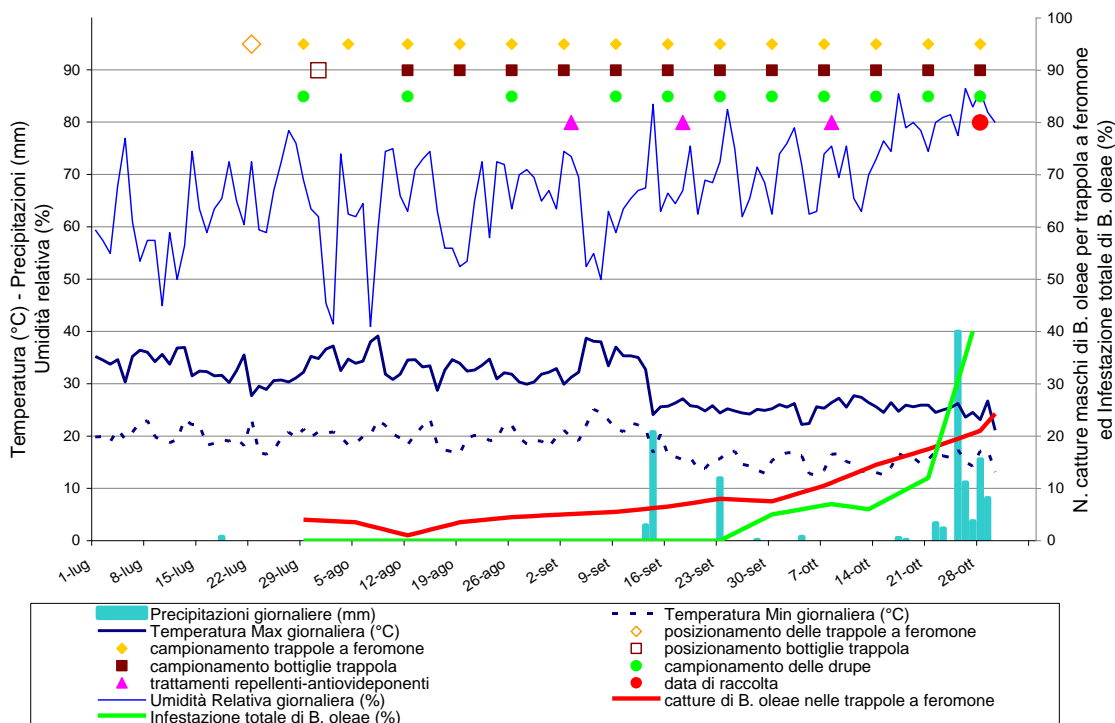


Figura 1 - Andamento termopluviometrico, catture di maschi nelle trappole a feromone ed infestazione totale di *B. oleae* nel testimone (NT) nel 2008

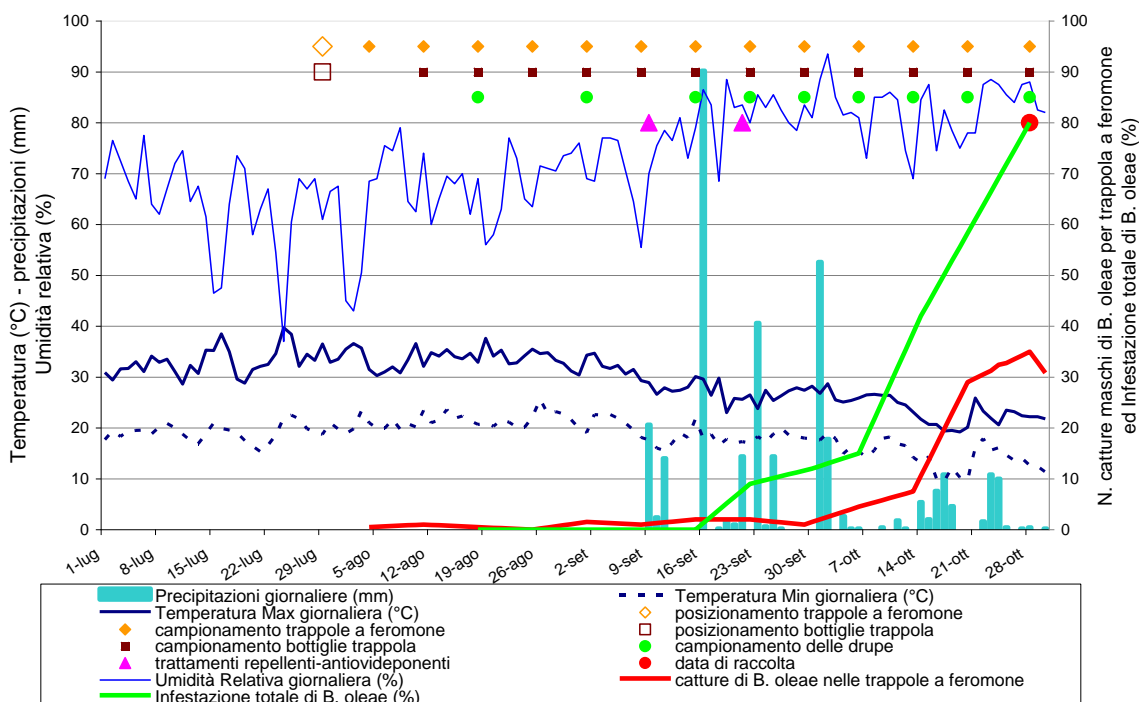


Figura 2 - Andamento termopluviometrico, catture di maschi nelle trappole a feromone ed infestazione totale di *B. oleae* nel testimone (NT) nel 2009

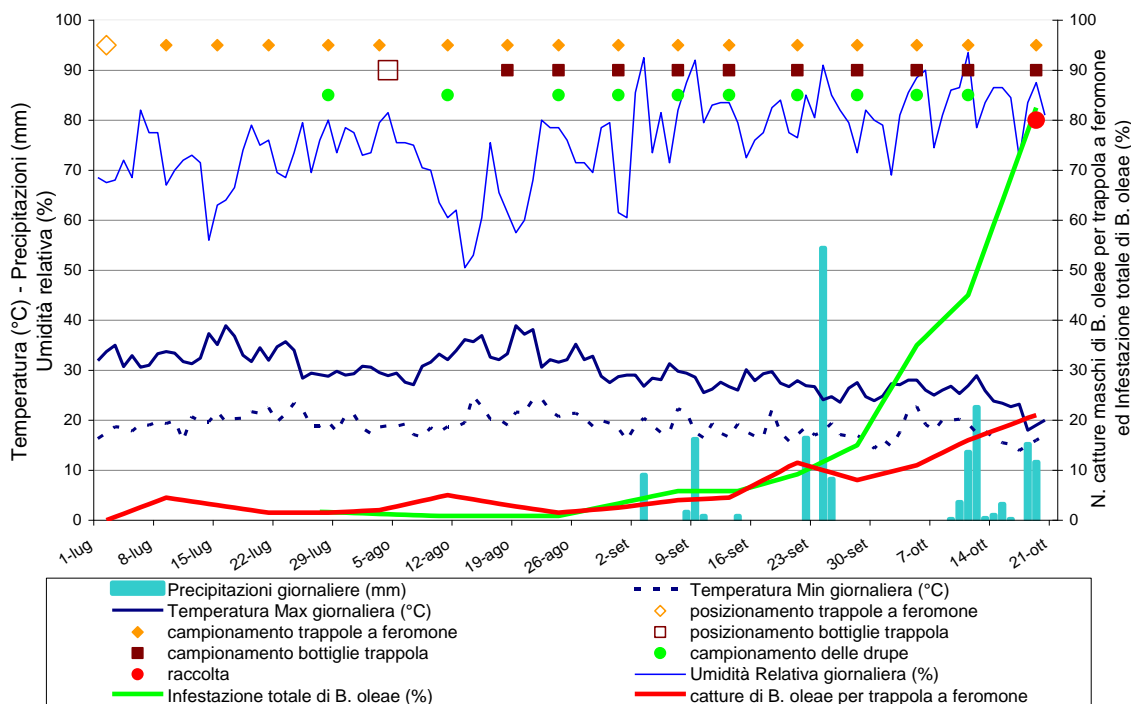


Figura 3 - Andamento termopluviometrico, catture di maschi nelle trappole a feromone ed infestazione totale di *B. oleae* nel testimone (NT) nel 2010 - Oliveto 1 - Cv. Nocellara del Belice

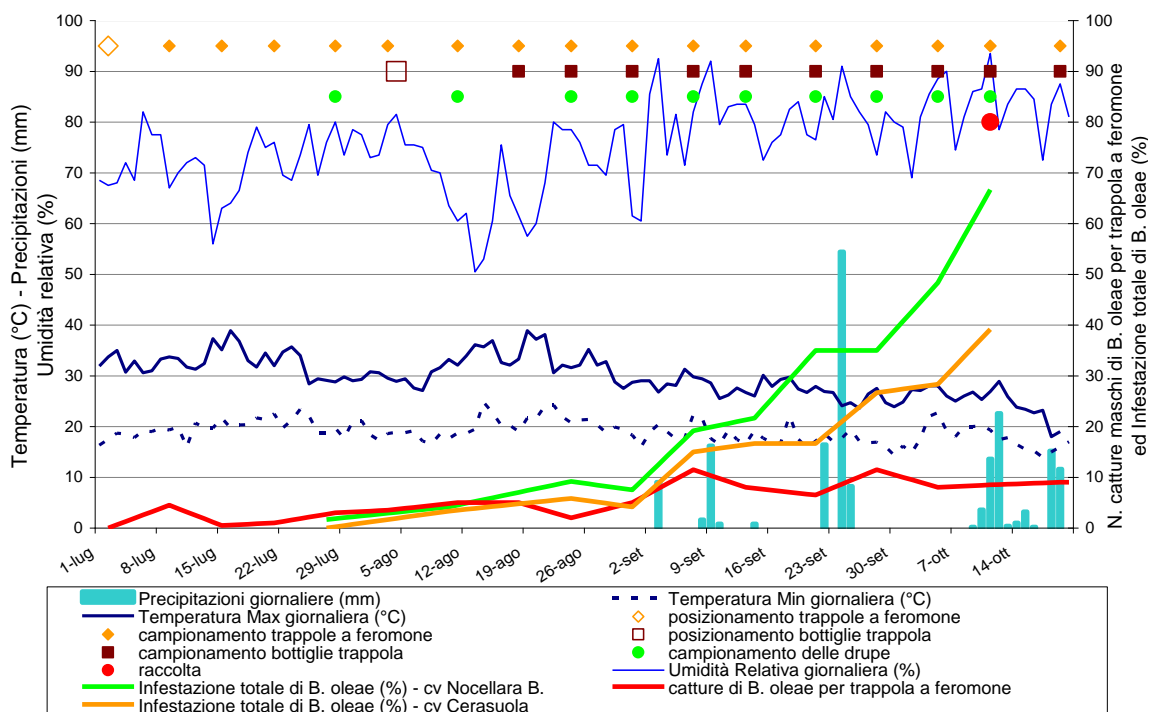


Figura 4 - Andamento termopluviometrico, catture di maschi nelle trappole a feromone ed infestazione totale di *B. oleae* nel testimone (NT) nel 2010 - Oliveto 2 - Cv. Nocellara del Belice e Cerasuola

4.2.3 – Efficacia della cattura massale con la farina di pesce e la sardina sulla riduzione dei livelli d’infestazioni di *B. oleae*: confronto con i trattamenti repellenti-antiovideponenti

Al fine di evidenziare, però, le differenze statisticamente significative tra le tesi in termini di efficacia dei diversi mezzi di controllo di *B. oleae*, si è preferito riportare i dati espressi in termini d’infestazione totale, quale somma delle infestazioni attiva e dannosa, sotto forma di attacchi per drupa. Ciò, si è reso necessario soprattutto per gli anni caratterizzati da bassi livelli d’infestazione delle drupe, come il 2008, anno in cui il periodo estivo è stato caratterizzato da alte temperature sino alla fine di agosto.

1. Nel 2008, infatti, fino a due settimane precedenti la raccolta, avvenuta il 28 ottobre, tutte le tesi non hanno mostrato tra loro differenze statisticamente significative. Ciò premesso, le tesi relative ai trattamenti repellenti-antiovideponenti con idrossido di rame e con

caolino, sia singolarmente che in combinazione con le catture massali, hanno determinato, alla raccolta, i più bassi livelli d'infestazione totale, espressa in termini di numero di infestazioni per drupa, rispetto alle sole tesi di cattura massale. L'analisi della varianza (ANOVA a misure ripetute) considerata nell'intervallo 12 agosto – 27 ottobre, ha fornito differenze statisticamente significative tra le tesi che sono state riportate nella Tab. 6 e Fig. 6. Tra le tesi con la sola cattura massale, solo quella con sardina ha mostrato differenze statisticamente significative rispetto al testimone (per ANOVA a misure ripetute), 0,25^c attacchi per drupa rispetto a 0,44^a del testimone alla raccolta e 0,06^b contro 0,09^a quale media nel periodo compreso tra il 26 agosto ed il 27 ottobre, (per ANOVA a misure ripetute) mentre, la tesi relativa alla cattura massale con l'uso esclusivo della farina di pesce, che alla raccolta ha raggiunto livelli d'infestazione pari a 0,66^a attacchi per drupa rispetto a 0,44^b del testimone, non ha mostrato però differenze statisticamente significative rispetto al testimone, nel periodo compreso tra il 26 agosto ed il 27 ottobre (per ANOVA a misure ripetute), con valori medi pari a 0,12^a attacchi per drupa contro 0,09^a del testimone (Tabella 6).

Tabella 6 – Infestazione totale (numero di attacchi per oliva) di *B. oleae* nel 2008 (a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative per $p < 0,05$)

Tesi	12 ago	26 ago	9 set	23 set	30 set	7 ott	13 ott	21 ott	27 ott	Media 26ago-27ott (ANOVA a misure ripetute)
NT	0	0	0	0	0,05	0,07	0,06	0,12 ^{ab}	0,44 ^b	0,09 ^a
SA	0	0	0,01	0	0,02	0,04	0,02	0,10 ^{ab}	0,25 ^c	0,06 ^b
FA	0	0	0	0,02	0,02	0,05	0,02	0,21 ^a	0,66 ^a	0,12 ^a
CAO	0	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0	0,02 ^b	0,06 ^d	0,02 ^c
IDRO	0	0	0	0,02	0,01	0,03	0,02	0,05 ^b	0,08 ^{cd}	0,03 ^{bc}

SA+CAO	0	0	0	0	0,03	0,01	0	0,01 b	0,01 d	0,01 c
SA+IDRO	0	0	0,01	0,02	0	0,03	0,02	0,03 b	0,15 cd	0,03 bc
FA+CAO	0	0	0	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03 b	0,03 d	0,02 c
FA+IDRO	0	0	0	0	0	0,02	0,03	0,08 b	0,05 d	0,02 c
Infestazione Media	0	0	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,07	0,19	

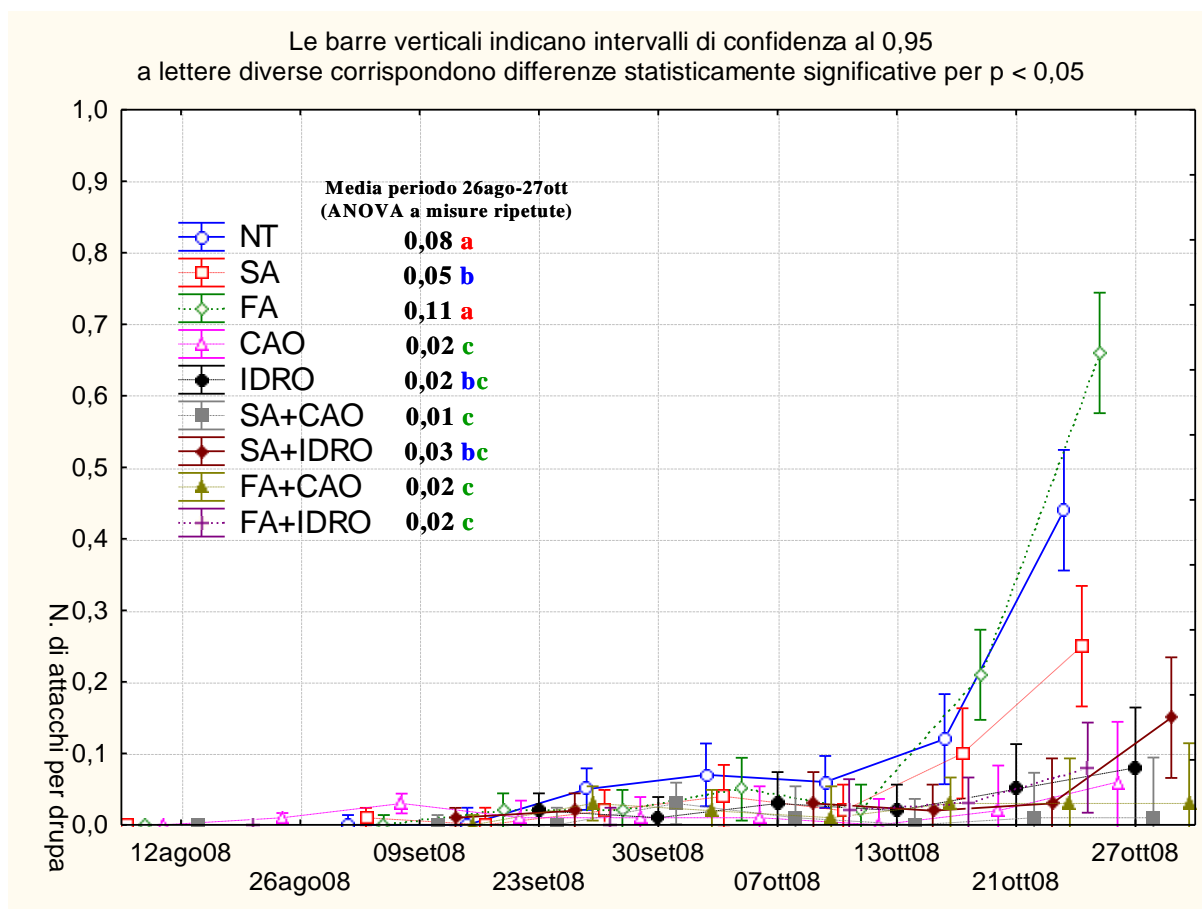


Figura 6 – Infestazione totale di *B. oleae* nel 2008

2. Nel 2009, pur avendo rilevato livelli d'infestazione delle drupe superiori in tutte le tesi, alla raccolta i risultati sono stati simili a quelli dell'anno precedente. Sono state, dunque, evidenziate differenze statisticamente significative tra le tesi con la sola cattura massale

rispetto a quelle con i trattamenti repellenti-antiovideponenti sia in forma singola che in combinazione con le catture massali. Infatti, le tesi relative ai trattamenti repellenti-antiovideponenti con l'uso dell'idrossido di rame o del caolino, sia singolarmente che in combinazione con le catture massali, hanno determinato, alla raccolta, i più bassi livelli d'infestazione totale, (espressa in termini di numero di attacchi per drupa), rispetto alle sole tesi di cattura massale. L'analisi della varianza (ANOVA a misure ripetute), considerata nell'intervallo 18 agosto – 28 ottobre, ha fornito differenze statisticamente significative che sono state riportate in Tab. 7 e Fig. 7. Le tesi con la sola cattura massale, sia con la farina di pesce che la sardina, non hanno mostrato differenze statisticamente significative tra loro e anche rispetto al testimone, mostrando, alla raccolta, infestazioni per drupa pari a 0,73^{abc} per la sardina, 0,80^{ab} per la farina di pesce e 0,91^a per il testimone. Inoltre, i valori medi dell'intero periodo (per ANOVA a misure ripetute), sono stati i seguenti: 0,21^a per la sardina, 0,23^a per la farina e 0,26^a per il testimone (Tab. 7).

Tabella 7 – Infestazione totale (numero di attacchi per oliva) di *B. oleae* nel 2009
(a lettere differenti nella colonna corrispondono differenze statisticamente significative; $p < 0,05$)

Tesi	18 ago	1 set	15 set	22 set	30 set	07 ott	14 ott	21 ott	28 ott	Media intero periodo (ANOVA a misure ripetute)
NT	0,01	0	0	0,09 ^a	0,12	0,15	0,42 ^a	0,64 ^a	0,91 ^a	0,26^a
SA	0	0,02	0,01	0,06 ^{ab}	0,07	0,16	0,29 ^{ab}	0,53 ^{ab}	0,73 ^{abc}	0,21^a
FA	0	0	0	0,08 ^{ab}	0,09	0,11	0,31 ^{ab}	0,64 ^a	0,80 ^{ab}	0,23^a
CAO	0	0	0	0 ^b	0,05	0,06	0,17 ^{bc}	0,32 ^b	0,45 ^d	0,12^b
IDRO	0	0	0	0 ^b	0,03	0,04	0,12 ^{cc}	0,47 ^{ab}	0,49 ^{cd}	0,13^b
SA+CAO	0,02	0,02	0,01	0,05 ^{ab}	0,05	0,06	0,20 ^{bc}	0,31 ^b	0,55 ^{bcd}	0,13^b
SA+IDRO	0	0	0	0,05 ^{ab}	0,07	0,13	0,20 ^{bc}	0,32 ^b	0,56 ^{bcd}	0,14^b

FA+CAO	0	0	0	0 b	0,06	0,06	0,19 bc	0,43 ab	0,50 cd	0,14 b
FA+IDRO	0	0	0	0,03 ab	0,05	0,12	0,18 bc	0,26 b	0,48 bcd	0,14 b
Infestazione Media	0,003	0,004	0,002	0,04	0,07	0,10	0,23	0,44	0,61	

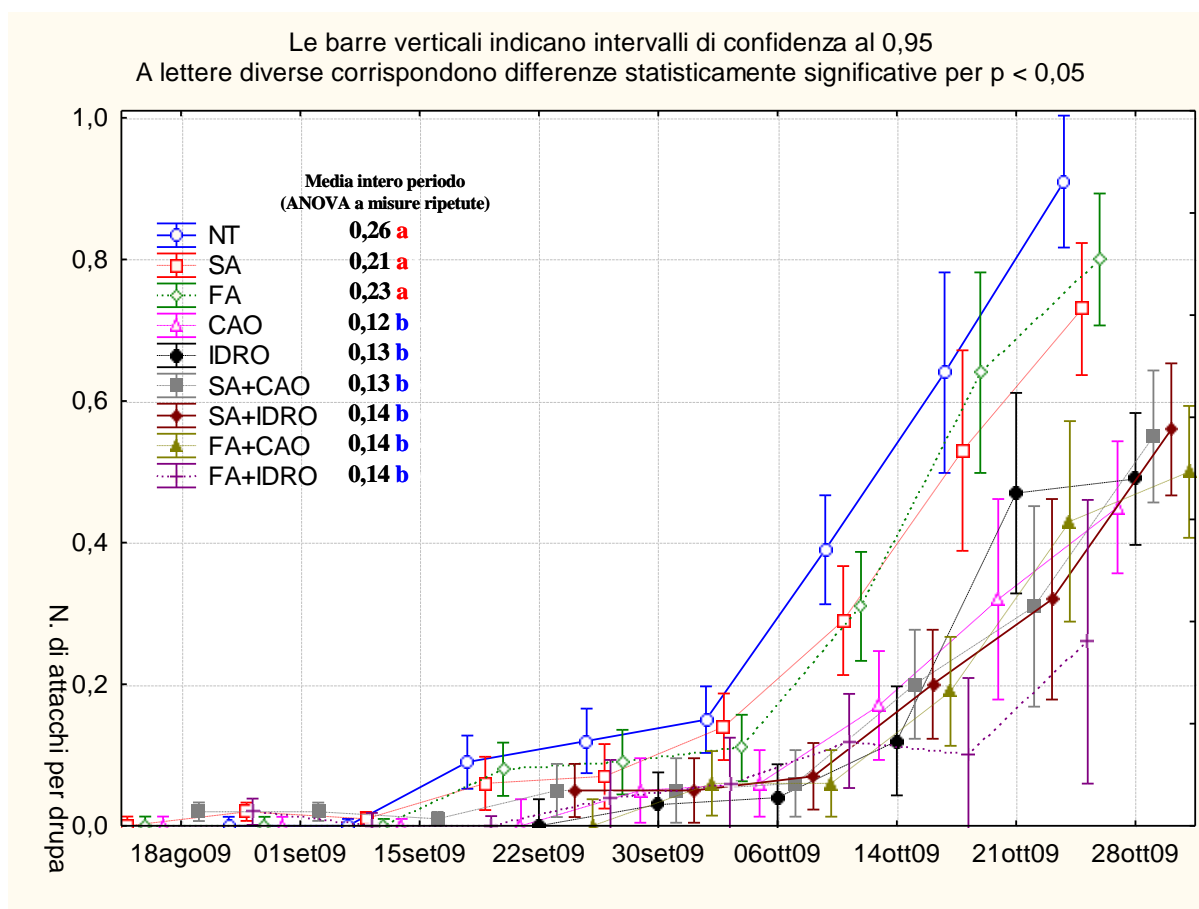


Figura 7 – Infestazione totale di *B. oleae* nel 2009

I risultati del 2008 e 2009, confermano quanto già verificato da altri autori, in quanto, il potere addizionale della cattura massale realizzato con le Eco-trap (Viggiani, 2001; Tsolakis, H. & Ragusa, E. 2005; Caleca, V. 2007) o con le bottiglie trappola innescate con sostanze proteiche nel controllo di *B. oleae* e di altri tefritidi nelle parcelle irrorate con caolino o idrossido di rame non è chiaro. Comunque, in caso di bassa pressione della mosca

dell'olivo, la cattura massale non produce una significativa riduzione dell'infestazione.

Tsolakis, H. & Ragusa, E. 2005, tanto da giustificare il costo.

3. Rispetto ai due anni precedenti, nel 2010 sono state messe a confronto soltanto le due tipologie di cattura massale, attraverso l'uso delle bottiglie trappola innescate con la farina di pesce e la sardina, su parcelle di dimensione maggiore. Inoltre, le prove sono state condotte su due replicazioni e su cultivar diverse, la Nocellara del Belice e la Cerasuola. Nel caso dell'oliveto 1, le prove hanno interessato la sola cv. Nocellara del Belice che è stata raccolta il 19 ottobre, mentre, nell'oliveto 2 le prove hanno interessato le cvv. Nocellara del Belice e Cerasuola che sono state raccolte l'11 ottobre. Inoltre, al fine di poter confrontare i risultati dei due blocchi (oliveto 1 ed oliveto 2), l'analisi della varianza per ANOVA a misure ripetute per l'oliveto 1 è stata effettuata nei due intervalli 10 agosto-11 ottobre e 10 agosto-19 ottobre. Sono state evidenziate differenze statisticamente significative tra le tesi già alcune settimane prima della raccolta, ma in maniera differente tra l'oliveto 1 e l'oliveto 2. (Tabelle 8-9-10 e Grafici 8-9-10). In particolare, nel caso dell'oliveto 1 cv. Nocellara del Belice, all'11 ottobre, il numero di attacchi per drupa è stato di 0,98^a nella tesi con sardina, 0,63^b nella tesi con farina di pesce e 0,57^b nel testimone, mentre, alla raccolta (19 ottobre) il numero di attacchi per drupa è stato di 0,97^b nella tesi con sardina, 1,06^b nella tesi con farina di pesce e 1,32^a nel testimone. L'analisi della varianza (per ANOVA a misure ripetute), considerata nell'intervallo 10 agosto – 11 ottobre, e nell'intervallo 10 agosto-19 ottobre, ha fornito differenze statisticamente significative che sono state riportate nella Tabella 8 e nel Grafico 8. In particolare, nell'intervallo 10 agosto–11 ottobre, la tesi con sardina ha

mostrato differenze statisticamente significative rispetto alla farina ed al testimone, infatti, sono stati riscontrati i seguenti valori d'infestazione per drupa: 0,23^a per la sardina, 0,17^b per la farina e 0,15^b per il testimone, mentre, nell'intervallo 10 agosto – 19 ottobre, sono stati riscontrati i seguenti valori d'infestazione per drupa: 0,30^a per la sardina, 0,27^b per la farina e 0,25^{ab} per il testimone, (Tabella 8).

Tabella 8 – Infestazione totale (numero di attacchi per oliva) di *B. oleae* nel 2010

Oliveto 1 - cv. Nocellara del Belice

(a lettere differenti nella colonna corrispondono differenze statisticamente significative; $p < 0,05$)

Tesi	10 ago	24 ago	31 ago	7 set	13 set	21 set	28 set	05 ott	11 ott	19 ott	Media periodo 10ago-11ott (ANOVA a misure ripetute)	Media periodo 10ago-19ott (ANOVA a misure ripetute)
NT	0,01	0,01	0,03	0,06	0,06 ^b	0,09	0,15 ^{ab}	0,38 ^b	0,57 ^b	1,32 ^a	0,15 ^b	0,27 ^{ab}
SA	0,02	0,00	0,01	0,06	0,13 ^a	0,18	0,25 ^a	0,40 ^{ab}	0,98 ^a	0,97 ^b	0,23 ^a	0,30 ^a
FA	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01 ^b	0,13	0,12 ^b	0,57 ^a	0,63 ^b	1,06 ^{ab}	0,17 ^b	0,25 ^b
Infest. Media	0,01	0,01	0,01	0,05	0,07	0,13	0,17	0,45	0,73	1,12		

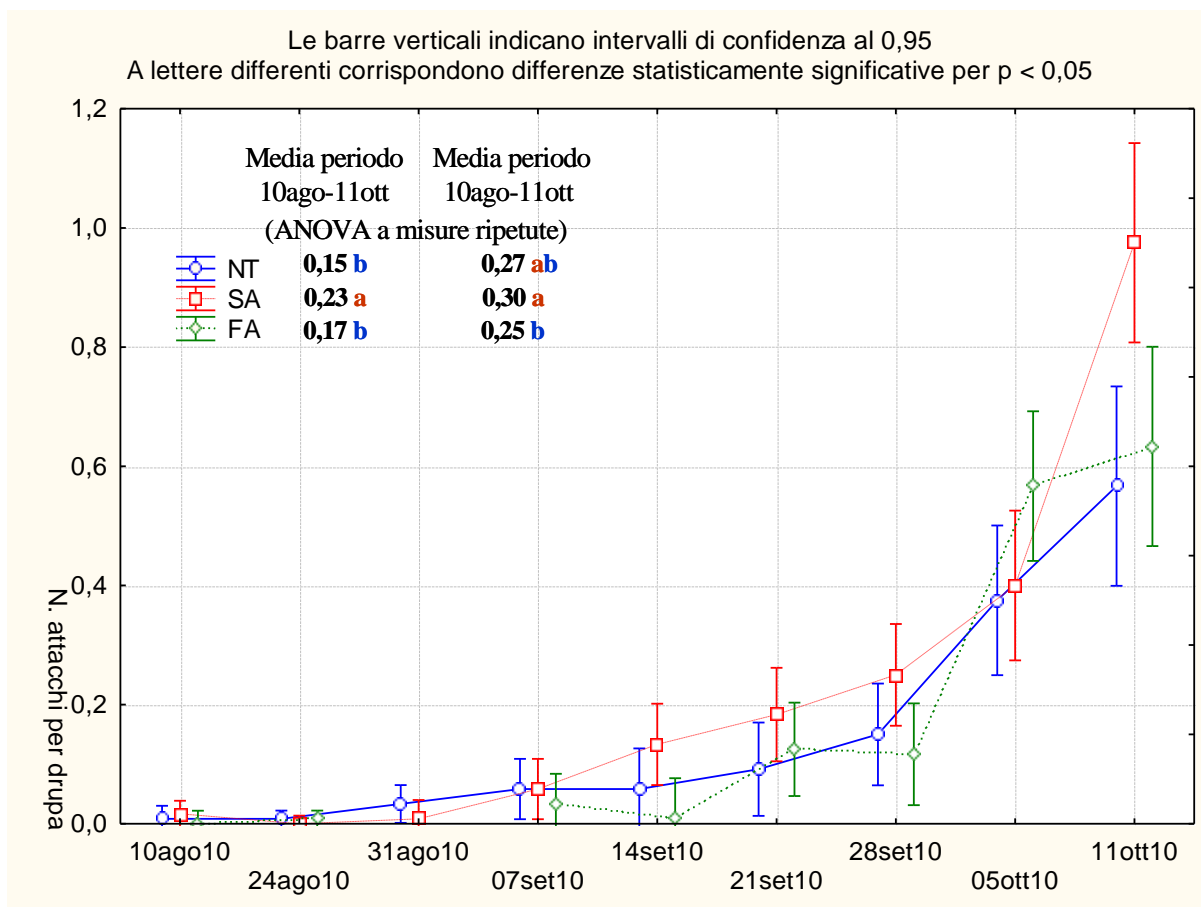


Figura 8 – Infestazione totale di *B. oleae* nel 2010 - Oliveto 1 cv. Nocellara del Belice

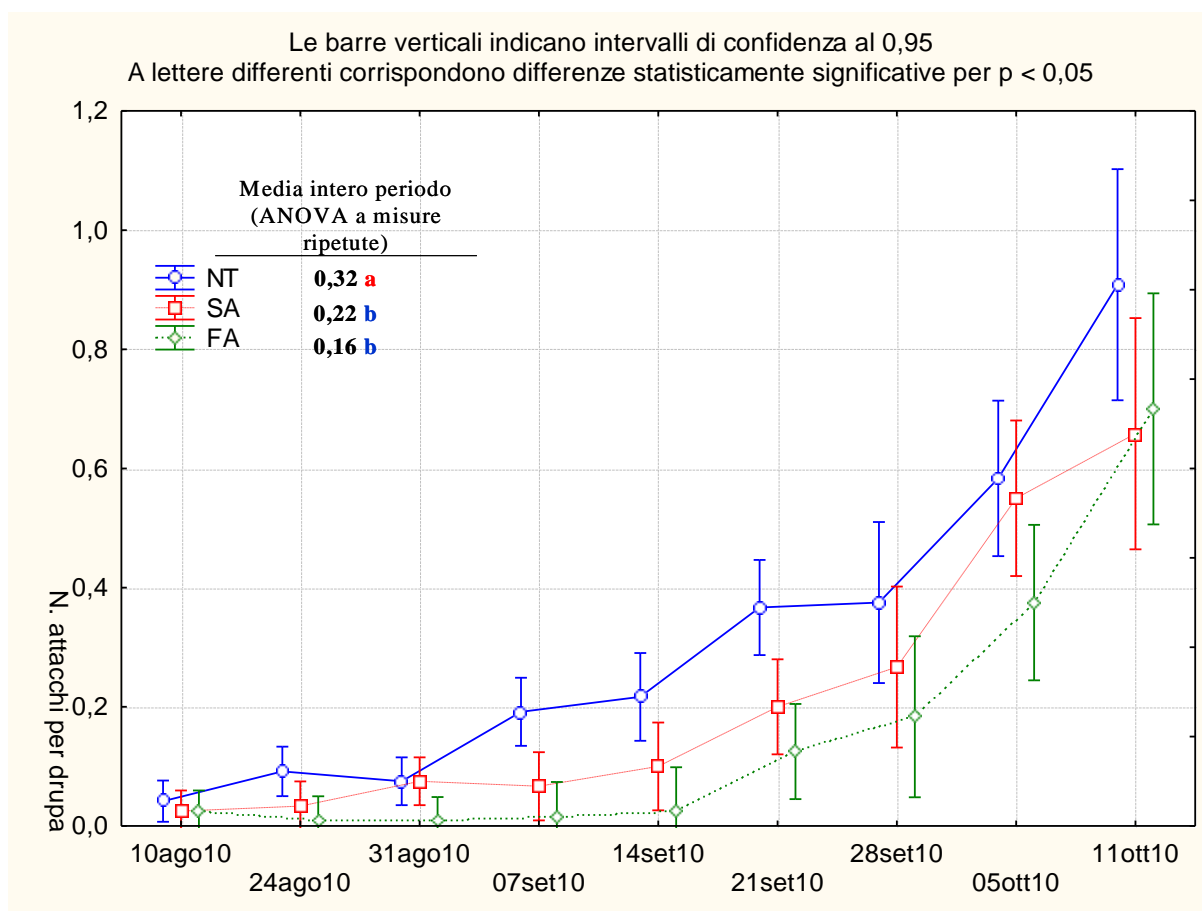
4. Nel caso dell'oliveto 2 cv. Nocellara del Belice, alla raccolta (11 ottobre), il numero di attacchi per drupa è stato di 0,66**b** nella tesi con sardina, 0,70**b** nella tesi con farina di pesce e 0,91**a** nel testimone. L'analisi della varianza (per ANOVA a misure ripetute), considerata nell'intervallo 10 agosto – 11 ottobre, ha fornito differenze statisticamente significative che sono state riportate in Tab. 9 e Fig. 9. In particolare, le catture massali non hanno mostrato differenze statisticamente significative tra loro, mostrando valori medi del periodo d'infestazione per drupa pari a: 0,22**b** per la sardina, e 0,16**b** per la farina, mentre, entrambe hanno mostrato differenze statisticamente significative con il testimone con infestazione media del periodo pari a 0,32**a** (Tab. 9).

Tabella 9 – Infestazione totale (numero di attacchi per oliva) di *B. oleae* nel 2010

Oliveto 2 – cv. Nocellara del Belice

(a lettere differenti nella colonna corrispondono differenze statisticamente significative; $p < 0,05$)

Tesi	10 ago	24 ago	31 ago	7 set	14 set	21 set	28 set	05 ott	11 ott	Media intero periodo (ANOVA a misure ripetute)
NT	0,04	0,09 a	0,08	0,19 a	0,22 a	0,37 a	0,42 a	0,58 a	0,91 a	0,32 a
SA	0,03	0,03 ab	0,08	0,07 b	0,10 b	0,20 b	0,27 ab	0,55 ab	0,66 b	0,22 b
FA	0,03	0,01 b	0,01	0,02 b	0,03 b	0,13 b	0,18 b	0,38 b	0,70 ab	0,16 b
Infest. Media	0,03	0,04	0,06	0,09	0,12	0,23	0,29	0,50	0,76	

**Figura 9** – Infestazione totale di *B. oleae* nel 2010. Oliveto 2 - cv. Nocellara del Belice

5. Nel caso dell'oliveto 2 cv. Cerasuola, alla raccolta (11 ottobre), il numero di attacchi per drupa, è stato più basso rispetto alla cv. Nocellara del Belice per tutte le tesi, mostrando i seguenti valori alla raccolta: 0,23^b nella tesi con sardina, 0,24^b nella tesi con farina di pesce e 0,39^a nel testimone. L'analisi della varianza (per ANOVA a misure ripetute), considerata nell'intero periodo 10 agosto – 11 ottobre, non ha mostrato differenze statisticamente significative tra le tesi con cattura massale, infatti, i valori medi di infestazione per drupa nell'intero periodo, sono stati pari a: 0,08^b per la sardina, e 0,09^b per la farina, mentre, hanno entrambe mostrato differenze statisticamente significative rispetto al testimone 0,18^a (Tab. 10).

Tabella 10 – Infestazione totale (numero di attacchi per oliva) di *B. oleae* nel 2010

Oliveto 1 - cv. Cerasuola

(a lettere differenti nella colonna corrispondono differenze statisticamente significative; $p < 0,05$)

Tesi	10 ago	24 ago	31 ago	7 set	13 set	21 set	28 set	05 ott	11 ott	ANOVA a misure ripetute (intero periodo)
NT	0,03	0,06 ^a	0,04	0,16 ^a	0,17 ^a	0,17	0,28 ^a	0,29	0,39 ^a	0,18 ^a
SA	0,02	0,03 ^{ab}	0,02	0,02 ^b	0,07 ^b	0,09	0,15 ^b	0,17	0,23 ^b	0,09 ^b
FA	0,02	0,00 ^b	0,01	0,03 ^b	0,06 ^b	0,09	0,07 ^b	0,17	0,24 ^b	0,08 ^b
Infest. Media	0,02	0,03	0,02	0,07	0,10	0,12	0,17	0,21	0,29	

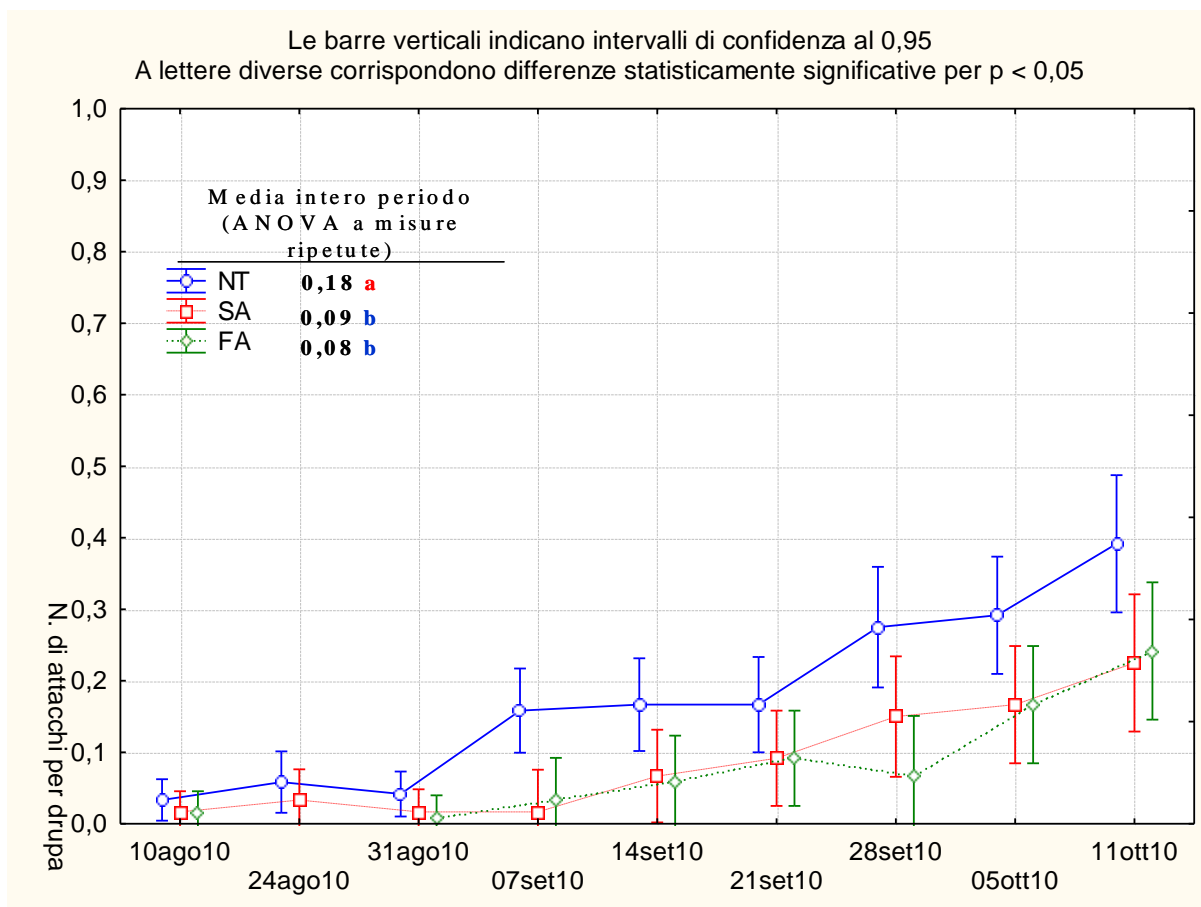


Figura 10 – Infestazione totale di *B. oleae* nel 2010 Oliveto 2 cv. Cerasuola

Pertanto, i risultati dell'esperimento condotto nell'oliveto 2, sia per la cultivar Nocellara del Belice che per la cv. Cerasuola, dimostrano, con differenze statisticamente significative per ANOVA ad una via ed a misure ripetute che entrambe le catture massali con bottiglie trappola innescate sia con la sardina che con la farina di pesce, riescono a contenere le infestazioni totali di *B. oleae*, durante l'intero periodo di posizionamento, purché attuate su parcelle di ampie dimensioni.

I risultati nell'oliveto 1, cultivar Nocellara del Belice, invece, non appaiono chiari, in quanto, le differenze statisticamente significative mostrate durante l'intero periodo dell'esperimento sono state alterne tra le tesi e sembrano dimostrare scarsa efficacia delle

catture massali sull'abbassamento dei livelli d'infestazione totale di *B. oleae* che addirittura, nel caso della sardina, sono superiori al testimone.

4.2.4. – Confronto tra la capacità attrattiva della sardina e della farina di pesce nella cattura massale di *B. oleae*

In questo paragrafo sono riportati i risultati relativi alla capacità attrattiva svolta dalla sardina e della farina di pesce sugli artropodi, in particolare su *Bactrocera oleae*.

I dati raccolti per ogni singola tesi, nei tre anni di prove, sono stati elaborati mediando i dati delle tesi e delle ripetizioni relative allo stesso attrattivo.

Pertanto, nel 2008 e nel 2009 i dati sono riferiti alle catture medie per bottiglia delle tre tesi che hanno previsto la cattura massale singolarmente ed in combinazione con i trattamenti repellenti-antiovideponenti con caolino e rame idrossido.

Di seguito vendono riportate:

- le tabelle con le catture totali di artropodi nell'intero periodo di esposizione delle bottiglie trappola per singola tesi (Tabb. 11-12-13);
- i grafici a torta relativi alla ripartizioni percentuale degli artropodi totali catturati dalle bottiglie trappola innescate con i due attrattivi nell'intero periodo di esposizione, (Figg. 11a-12a-13a-15a-16a-18a);
- i grafici relativi agli andamenti delle catture di artropodi durante tutto il periodo di esposizione delle bottiglie trappola, (Figg. 11b-12b-13b-15b-16ba-18b);
- i grafici relativi ai confronti tra le catture di *B. oleae* per bottiglia trappola nelle diverse tesi durante il periodo di posizionamento delle stesse (Figg. 13-16-19).

Tabella 11 – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola nel 2008
Sardina N: 1245 – Farina N: 3083

ORDINE	TESI									
	SA	SA+IDRO	SA+CAO	Catture totali Gruppo SA	Catture totali (%)	FA	FA+IDRO	FA+CAO	Catture totali Gruppo FA	Catture totali (%)
ACARI	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
TISANOTTERI	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
RAGNI	1	2	0	3	0,2	4	3	4	11	0,4
ALTRI IMENOTTERI	2	0	1	3	0,2	4	5	4	13	0,4
VESPE	5	1	5	11	0,9	6	3	8	17	0,6
LEPIDOTTERI	11	3	4	18	1,4	13	30	11	54	1,8
COLEOTTERI	23	10	6	39	3,1	27	23	3	53	1,7
FORMICIDI	19	50	25	94	7,6	25	39	34	98	3,2
DITTERI NEMATOCERI	22	15	6	43	3,5	28	47	41	116	3,8
ALTRI TEFRITIDI	2	3	3	8	0,6	4	9	5	18	0,6
ALTRI DITTERI BRACHICERI	176	279	346	801	64,3	466	491	484	1441	46,7
Totale <i>Ceratitis capitata</i>	2	5	4	11	0,9	25	26	15	66	2,1
Totale <i>Bactrocera oleae</i>	60	74	80	214	17,2	441	378	377	1196	38,8
Totale <i>Bactrocera oleae</i> Maschi	4	3	10	17	1,4	45	10	44	99	3,2
Totale <i>Bactrocera oleae</i> Femmine	54	68	65	187	15,0	322	333	297	952	30,9
Totale <i>Bactrocera oleae</i> non determinati	2	3	5	10	0,8	74	35	36	145	4,7
Totale <i>Ceratitis capitata</i> maschi	0	4	0	4	0,3	1	1	3	5	0,2
Totale <i>Ceratitis capitata</i> femmine	2	1	3	6	0,5	24	23	11	58	1,9
Totale <i>Ceratitis capitata</i> non determinati	0	0	1	1	0,1	0	2	1	3	0,1

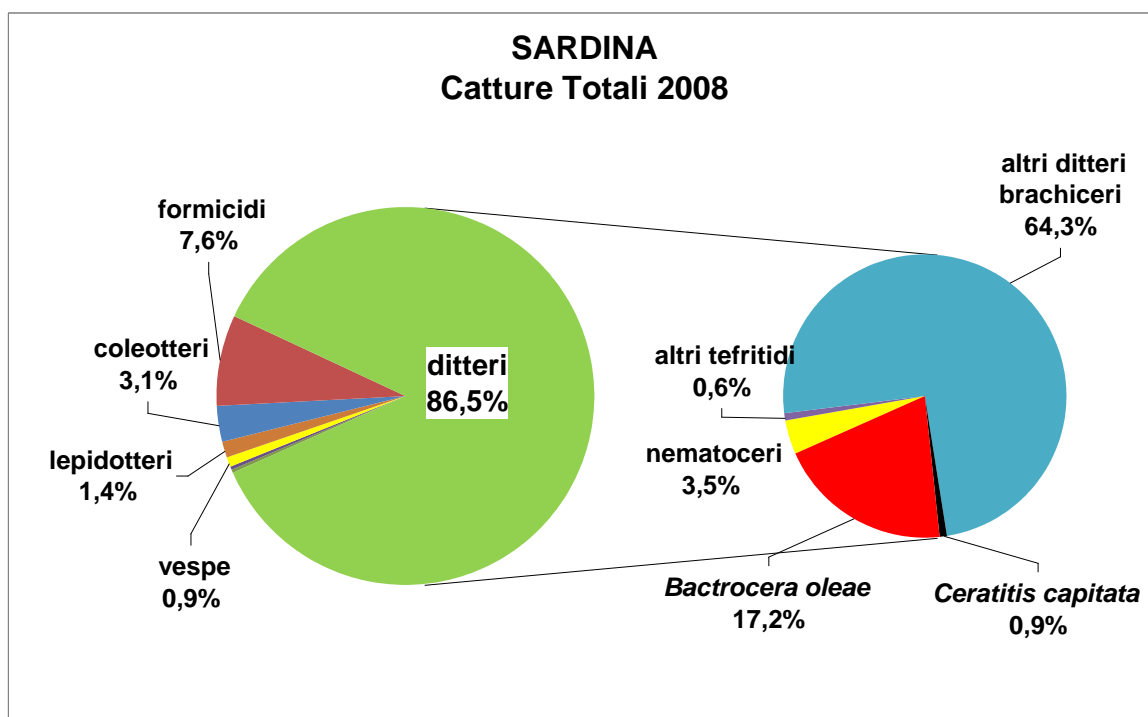


Figura 11a – Ripartizione percentuale degli artropodi catturati dalle bottiglie trappola innescate con sardina nel 2008

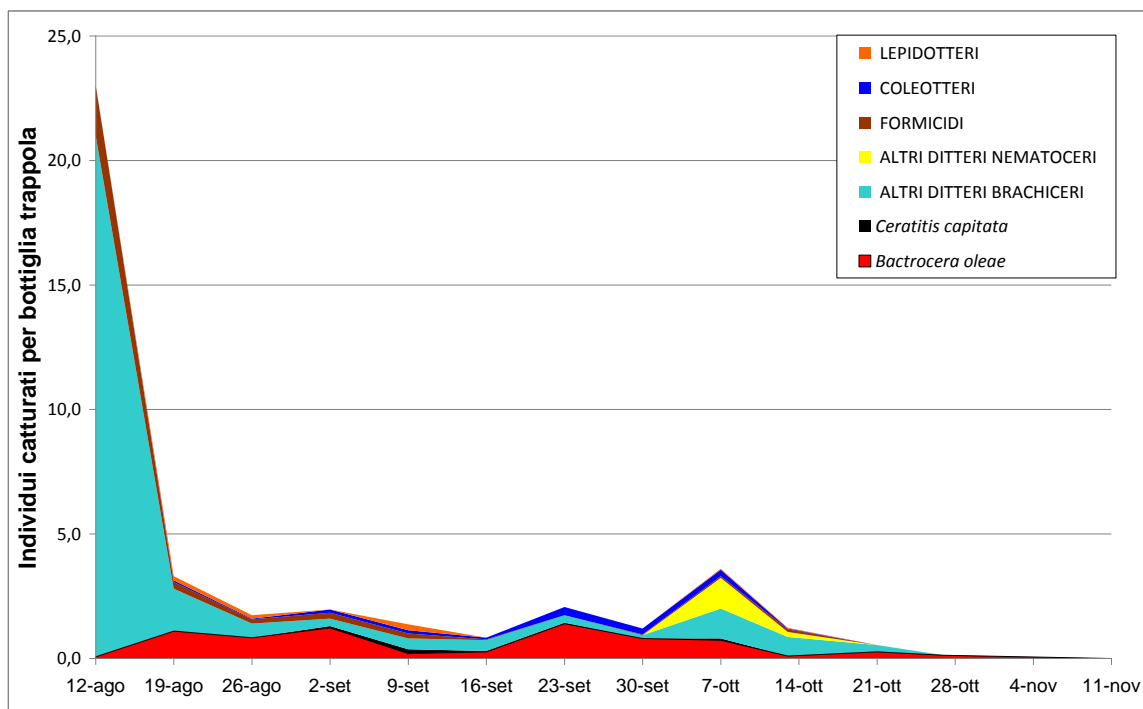


Figura 11b – Andamento delle catture nelle bottiglie trappola innescate con sardina nel 2008

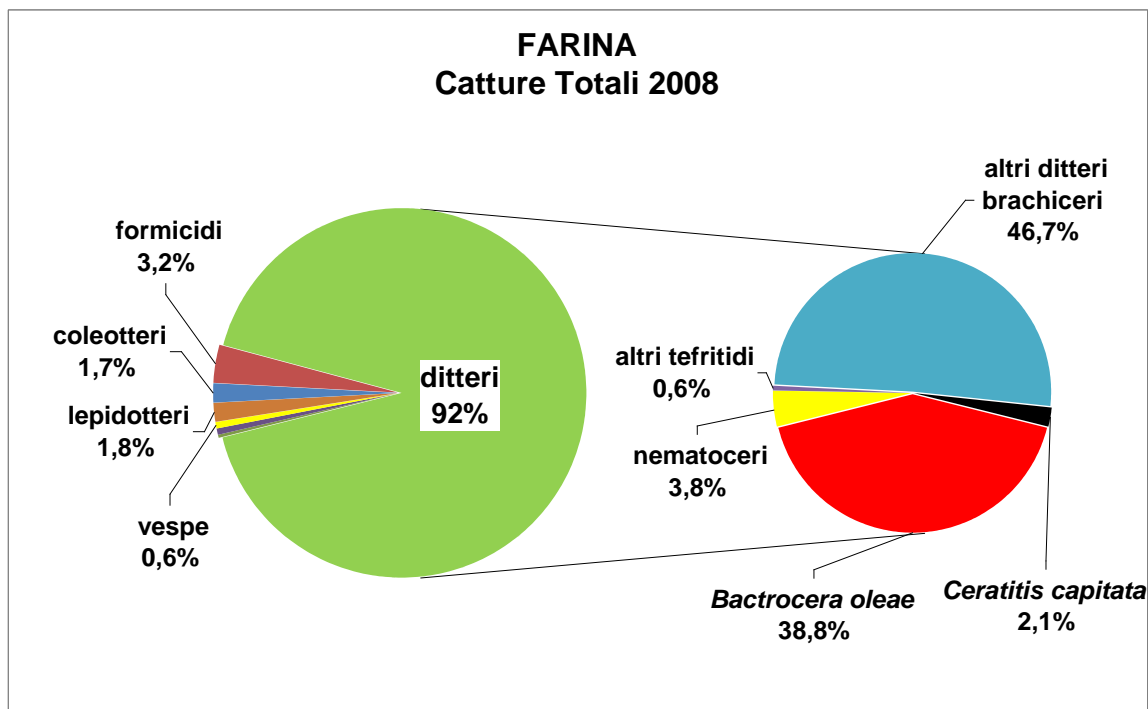


Grafico 12a – Ripartizione percentuale degli artropodi catturati dalle bottiglie trappola innescate con farina di pesce nel 2008

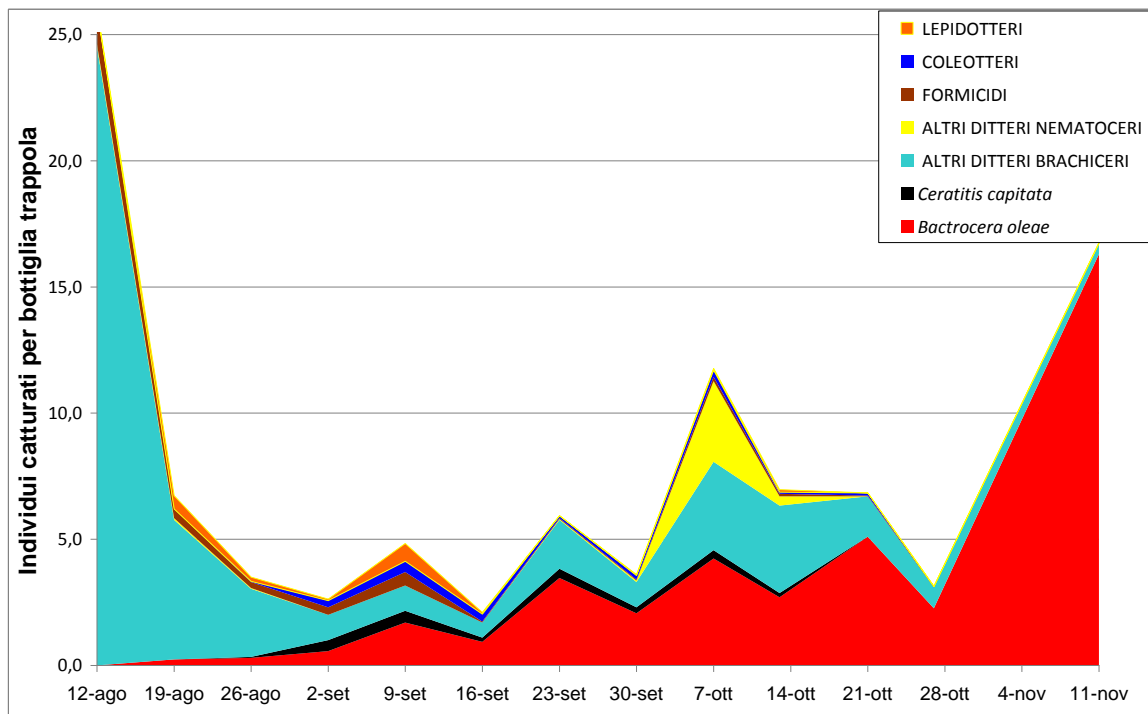


Grafico 12b– Andamento delle catture nelle bottiglie trappola innescate con farina di pesce nel 2008

Nel 2008 è stata osservata una maggiore cattura di artropodi svolta da parte della farina di pesce rispetto alla sardina. In termini numerici, infatti, le bottiglie trappola innescate con la sardina hanno catturato 1245 individui, mentre, quelle innescate con la farina di pesce 3083 individui. Inoltre, la ripartizione percentuale tra gli artropodi catturati è stata differente per i due attrattivi. In particolare, le bottiglie trappola innescate con sardina hanno catturato il 64,3% di altri brachiceri ed il 17,2% di *B. oleae*, mentre, quelle innescate con la farina di pesce hanno catturato il 46,7% di altri brachiceri ed il 38,8% di *B. oleae*. (Tab. 11 e Figg. 11a e 12a).

Relativamente agli andamenti delle catture durante il periodo di esposizione, è stato evidenziato che, per entrambe le tesi, nelle prime due settimane dal posizionamento sono stati catturati soprattutto altri ditteri brachiceri, inoltre, la farina di pesce ha esplicitato maggiore capacità attrattiva della sardina nei confronti della *B. oleae* soprattutto a partire dalle 4

settimane fino alla raccolta in modo crescente, mentre, la sardina si è mantenuto basso durante l'intero periodo specie nella fase finale prossima alla raccolta con livelli di popolazione più alti. (FiggGraff. 11b e 12b)

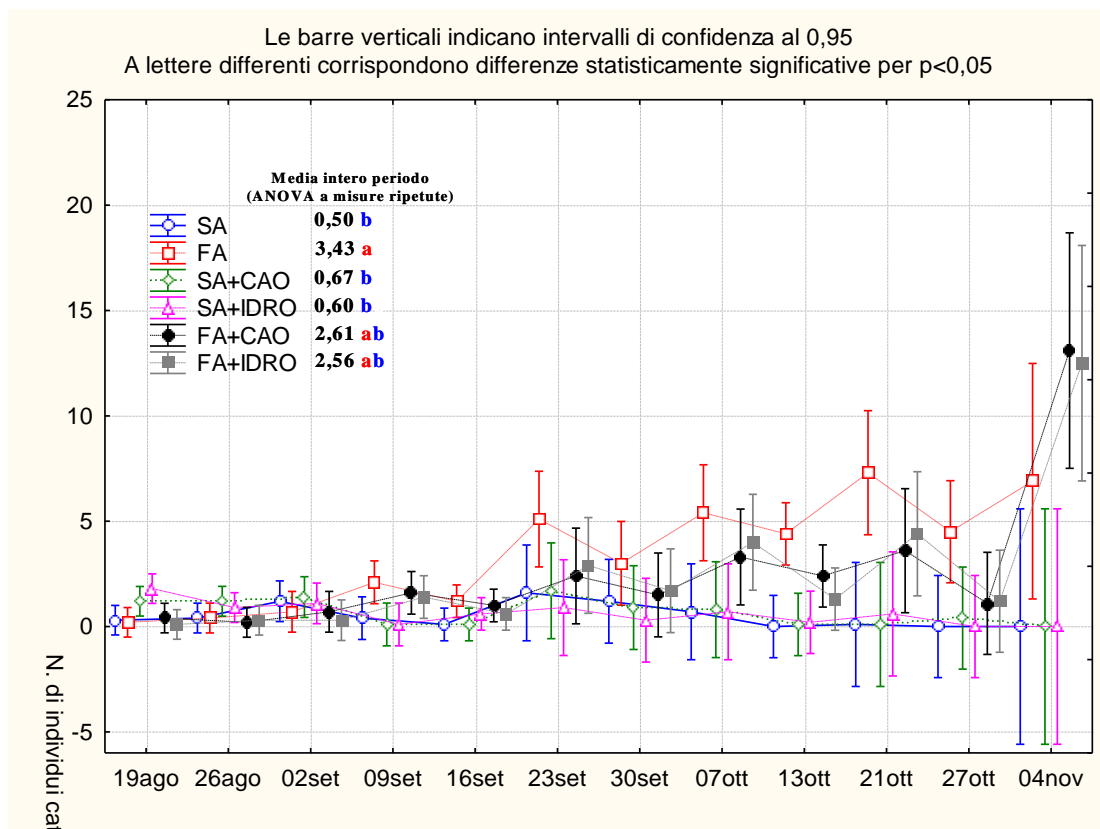


Figura 13 – Confronto tra le catture di *B. oleae* per bottiglia trappola nel 2008 per singola tesi

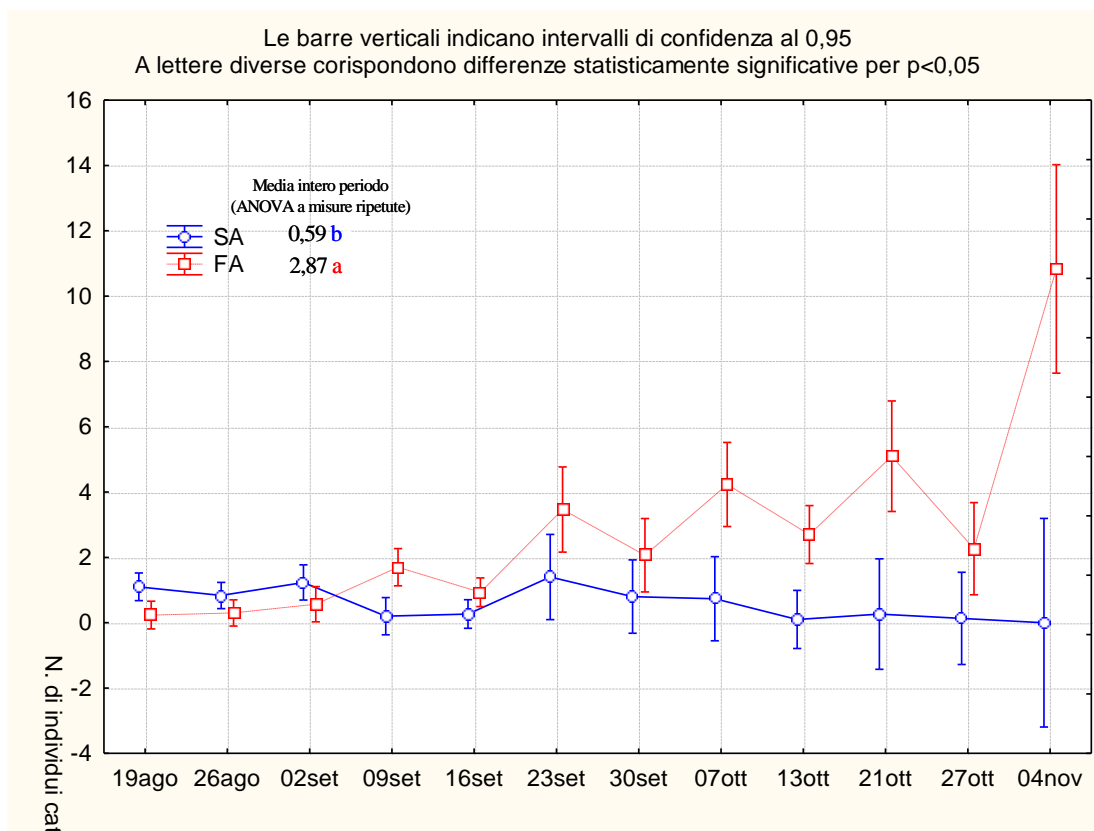


Figura 14 – Confronto tra le catture di *B. oleae* per bottiglia trappola nel 2008 per tesi raggruppate

Relativamente al confronto tra la capacità attrattiva dei due prodotti su *B. oleae* è emerso che la farina di pesce ha catturato più individui durante l'intero periodo di esposizione, con catture medie per bottiglia trappola nell'intero periodo (per ANOVA a misure ripetute) pari a 2,87 **a** contro 0,59 **b** della sardina (Graf. 13b).

Ciò fa presupporre che la sardina esaurisca la sua capacità attrattiva più rapidamente della farina di pesce, aspetto che ha influito sulla scelta di utilizzare un quantitativo doppio di sardina per le prove del 2009.

Tabella 14 – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola per tesi nel 2009
Sardina N: 2092 – Farina N: 2017

ORDINE	TESI									
	SA	SA+IDRO	SA+CAO	Catture totali Gruppo SA	Catture totali (%)	FA	FA+IDRO	FA+CAO	Catture totali Gruppo FA	Catture totali (%)
ACARI	2	0	1	3	0,1	1	0	2	3	0,1
TISANOTTERI	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
RAGNI	3	1	0	4	0,2	2	4	1	7	0,3
ALTRI IMENOTTERI	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
VESPE	4	1	3	8	0,4	10	2	10	22	1,1
LEPIDOTTERI	40	13	33	86	4,1	31	21	49	101	5,0
COLEOTTERI	3	0	1	4	0,2	3	4	5	12	0,6
FORMICIDI	126	72	79	277	13,2	33	37	105	175	8,7
DITTERI NEMATOCERI	0	0	1	1	0,0	1	1	4	6	0,3
ALTRI TEFRITIDI	2	3	1	6	0,3	4	7	1	12	0,6
ALTRI DITTERI BRACHICERI	290	380	279	949	45,4	284	411	163	858	42,5
Totale <i>Ceratitis capitata</i>	12	9	4	25	1,2	9	4	12	25	1,2
Totale <i>Bactrocera oleae</i>	262	235	232	729	34,8	345	110	341	796	39,5
Totale <i>Bactrocera oleae</i> Maschi	16	14	2	32	4,4	12	1	11	24	3,0
Totale <i>Bactrocera oleae</i> Femmine	241	218	225	684	93,8	332	107	326	765	96,1
Totale <i>Bactrocera oleae</i> non determinati	5	3	5	13	1,8	1	2	4	7	0,9
Totale <i>Ceratitis capitata</i> maschi	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
Totale <i>Ceratitis capitata</i> femmine	12	9	4	25	3,7	9	4	12	25	3,3
Totale <i>Ceratitis capitata</i> non determinati	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0

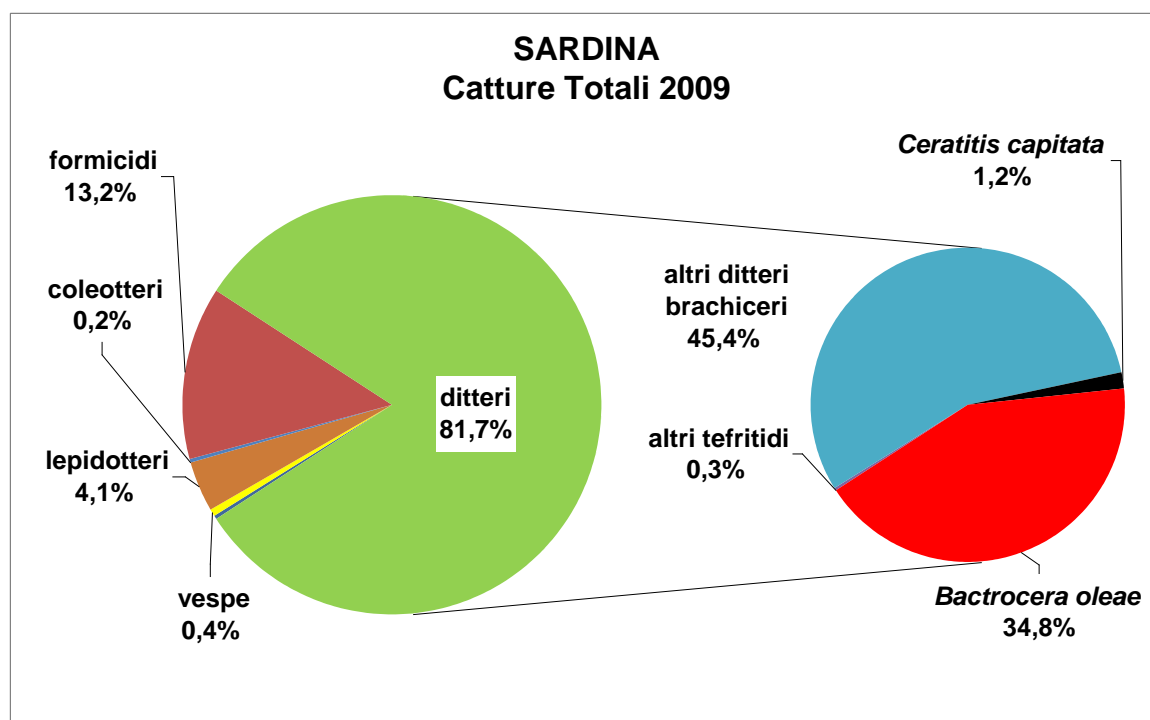


Grafico 14a – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola innescate con sardina nel 2009

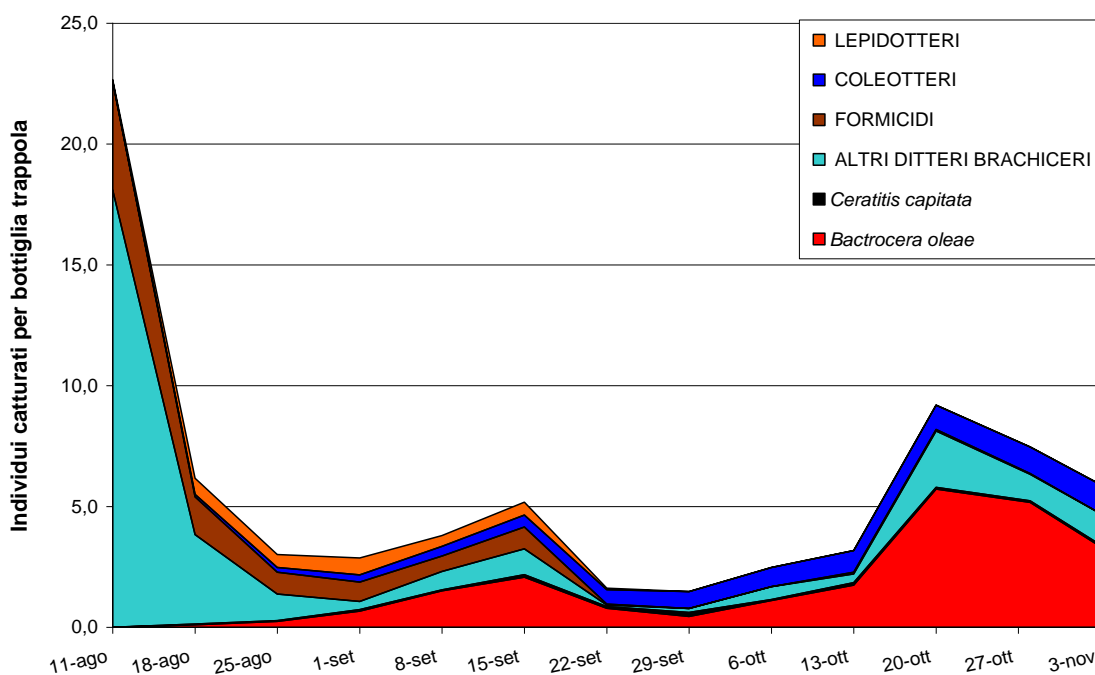


Grafico 14b – Andamento delle catture nelle bottiglie trappola innescate con sardina nel 2009

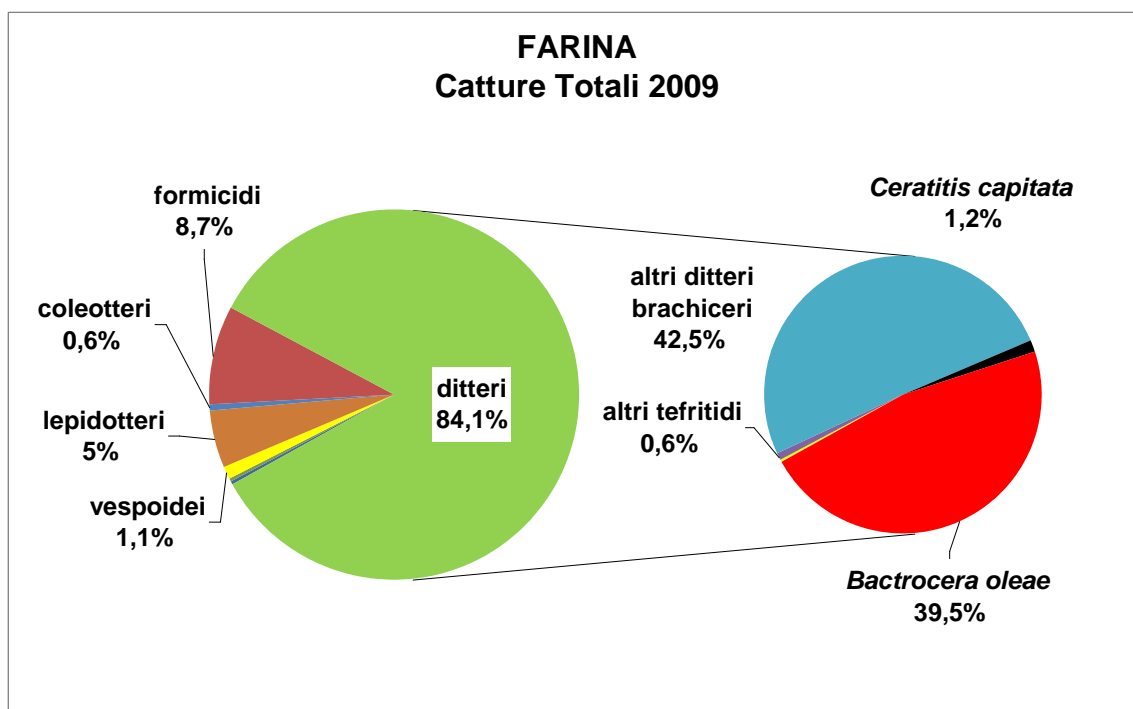


Figura 15a – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola innescate con Farina di pesce nel 2009

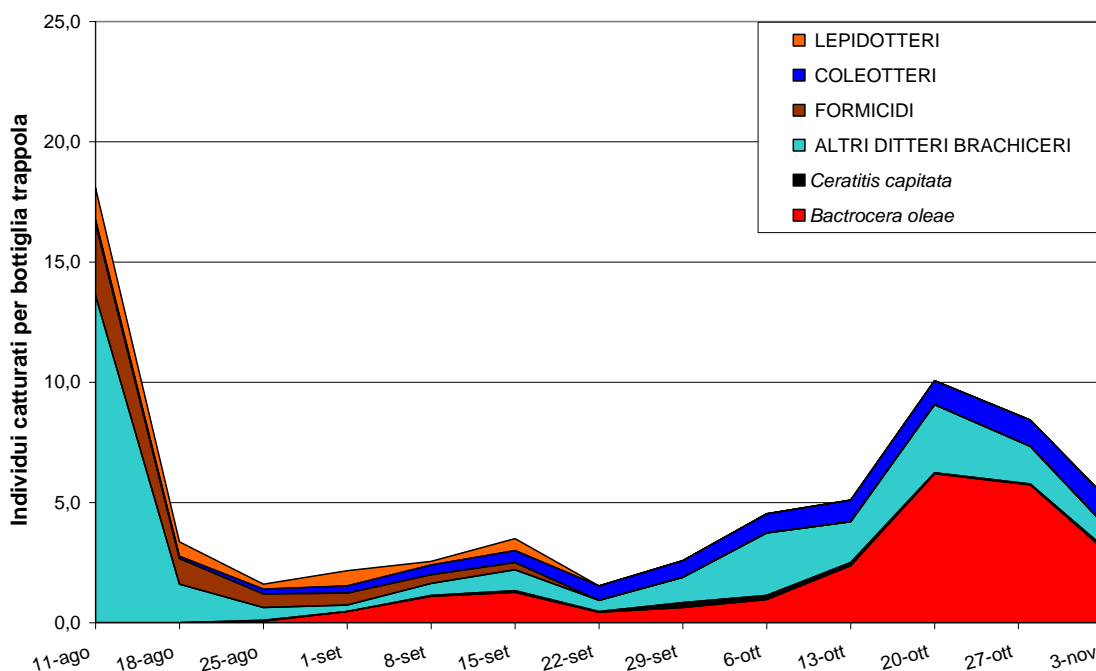


Figura 15b – Andamento delle catture nelle bottiglie trappola innescate con farina di pesce nel 2009

Nel 2009 non sono state osservate differenze sostanziale nella capacità attrattiva della farina di pesce rispetto alla sardina. In termini numerici, infatti, le bottiglie trappola innescate con la sardina hanno catturato 2092 individui, mentre, quelle innescate con la farina di pesce 2017 individui. Inoltre, non sono state rilevate differenze statisticamente significative nella ripartizione percentuale degli artropodi catturati dai due attrattivi. Le trappole con sardina hanno, infatti, catturato il 45,4% di altri ditteri brachiceri ed il 34,8% di *B. oleae*, mentre, quelle innescate con la farina di pesce hanno catturato il 42,5% di altri ditteri brachiceri ed il 39,5% di *B. oleae*. (Tab. 11 e Figg. 11a e 12a).

Relativamente agli andamenti delle catture di artropodi durante il periodo di esposizione, come nell'anno precedente, è stato evidenziato che in entrambe le due tesi, nelle prime due settimane dal posizionamento, vengano catturati soprattutto altri ditteri brachiceri,

mentre, la cattura di *B. oleae* avviene nel periodo successivo ed in modo crescente sino alla raccolta (27 ottobre).

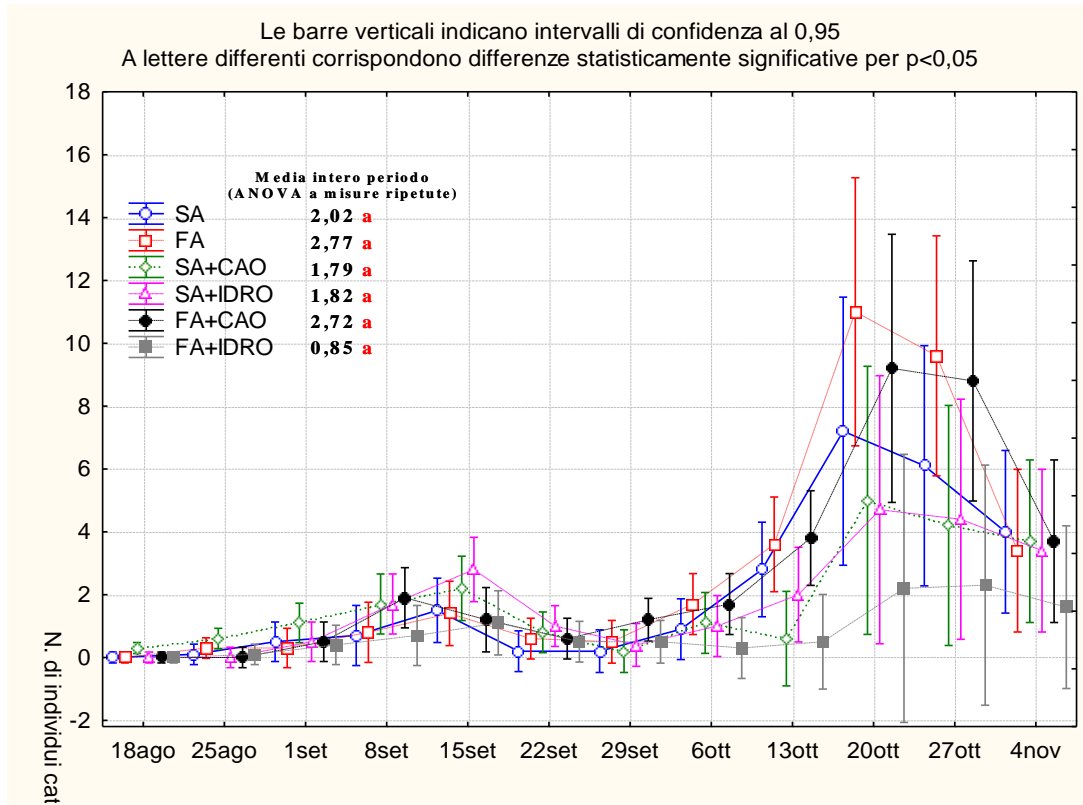


Figura 16 – Confronto tra le catture per bottiglia trappola di *B. oleae* nel 2009 per singola tesi

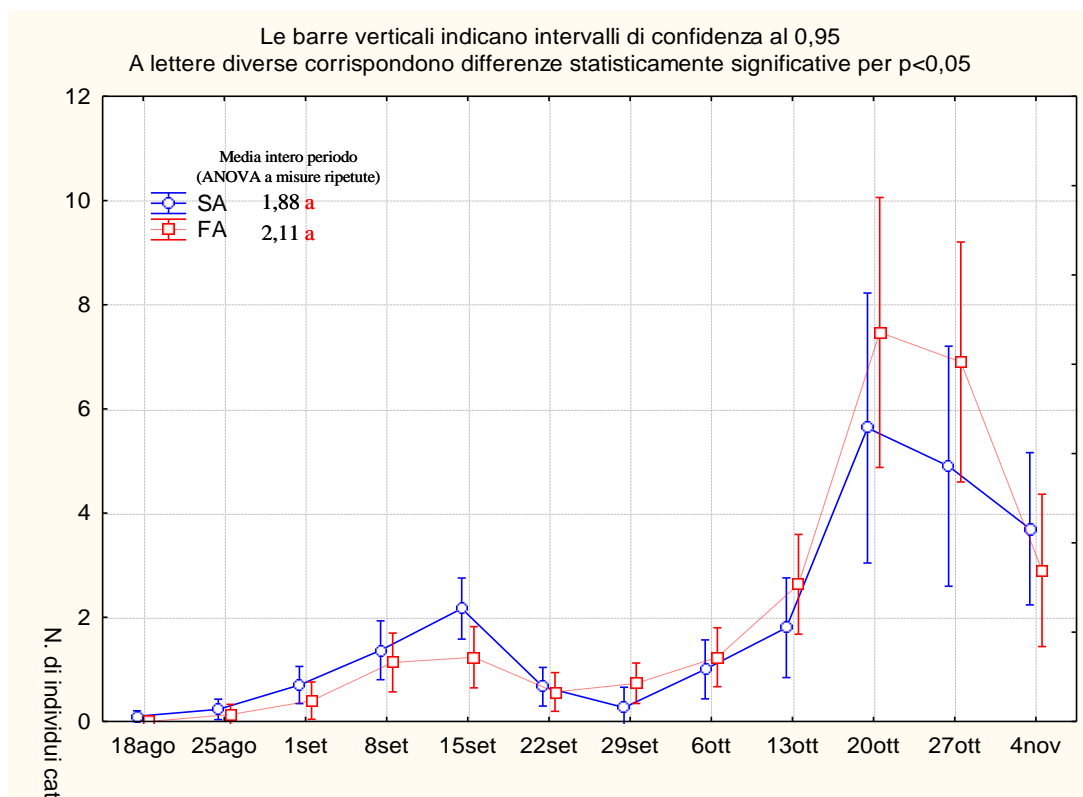


Figura 17 – Confronto tra le catture per bottiglia trappola di *B. oleae* nel 2009 per tesi raggruppate

Relativamente al confronto tra la capacità attrattiva svolta dai due prodotti nei confronti di *B. oleae* non sono emerse, nell'intero periodo di esposizione, differenze statisticamente significative tra le tesi, (per ANOVA a misure ripetute), con catture medie per bottiglia trappola pari a 1,88^a per la sardina e 2,11^a della farina di pesce (Fi, 13b).

Tabella 17 – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola per tesi nel 2010
Sardina N: 2105 – Farina N: 2148

ORDINE	TESI									
	SA-Oliveto 1 Noc	SA-Oliveto 2 Noc	SA-Oliveto 2 Cer	SA TOTALE	Catture totali %	FA-Oliveto 1 Noc	FA-Oliveto 2 Noc	FA-Oliveto 2 Cer	FA TOTALE	Catture totali %
Altri Tefritidi	8	2	3	13	0,6	2	6	3	11	0,5
Altri ditteri Brachiceri	76	89	54	219	10,4	98	281	129	508	23,6
Ditteri Nematoceri	0	1	0	1	0,0	2	1	0	3	0,1
Vespe	1	0	1	2	0,1	0	0	1	1	0,0
Formicidi	50	55	34	139	6,6	20	33	23	76	3,5
Altri imenotteri	0	1	0	1	0,0	0	1	3	4	0,2
Tisanotteri	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
Coleotteri	0	9	5	14	0,7	0	2	0	2	0,1
Lepidotteri	7	1	5	13	0,6	12	4	16	32	1,5
Acari	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0
Ragni	4	5	2	11	0,5	6	4	4	14	0,7
<i>Ceratitis capitata</i>	5	84	4	93	4,4	14	64	31	109	5,1
<i>Bactrocera oleae</i>	812	680	107	1599	76,0	593	535	260	1388	64,6
<i>Bactrocera oleae</i> Maschi	28	18	1	47	2,2	31	18	3	52	2,4
<i>Bactrocera oleae</i> Femmine	622	561	88	1271	60,4	471	398	181	1050	48,9
<i>Bactrocera oleae</i> n.d.	162	146	18	326	15,5	91	119	76	286	13,3
<i>Ceratitis capitata</i> maschi	0	2	0	2	0,1	1	2	0	3	0,1
<i>Ceratitis capitata</i> femmine	2	46	3	51	2,4	9	41	22	72	3,4
<i>Ceratitis capitata</i> n.d.	3	36	1	40	1,9	4	21	9	34	1,6

SARDINA Catture Totali 2010

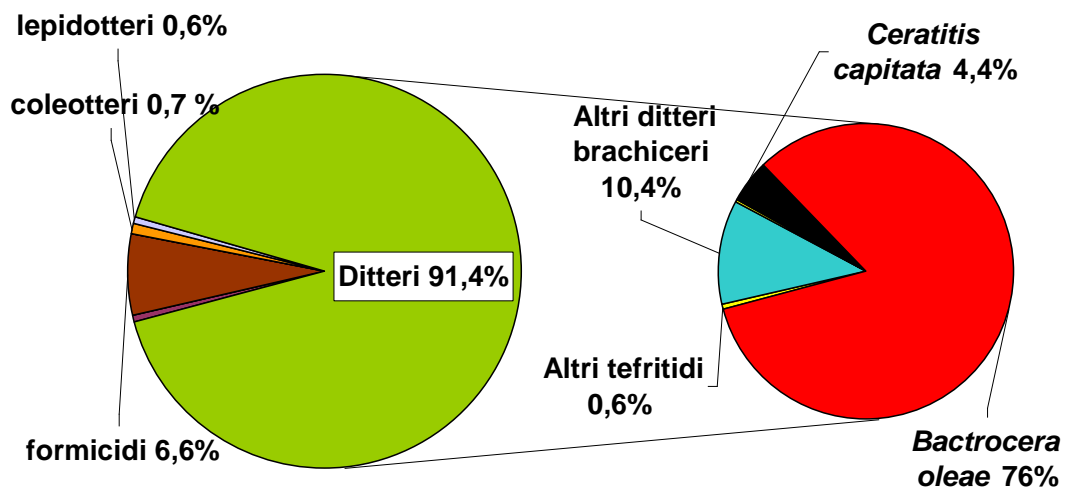


Figura 17a – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola innescate con sardina nel 2009

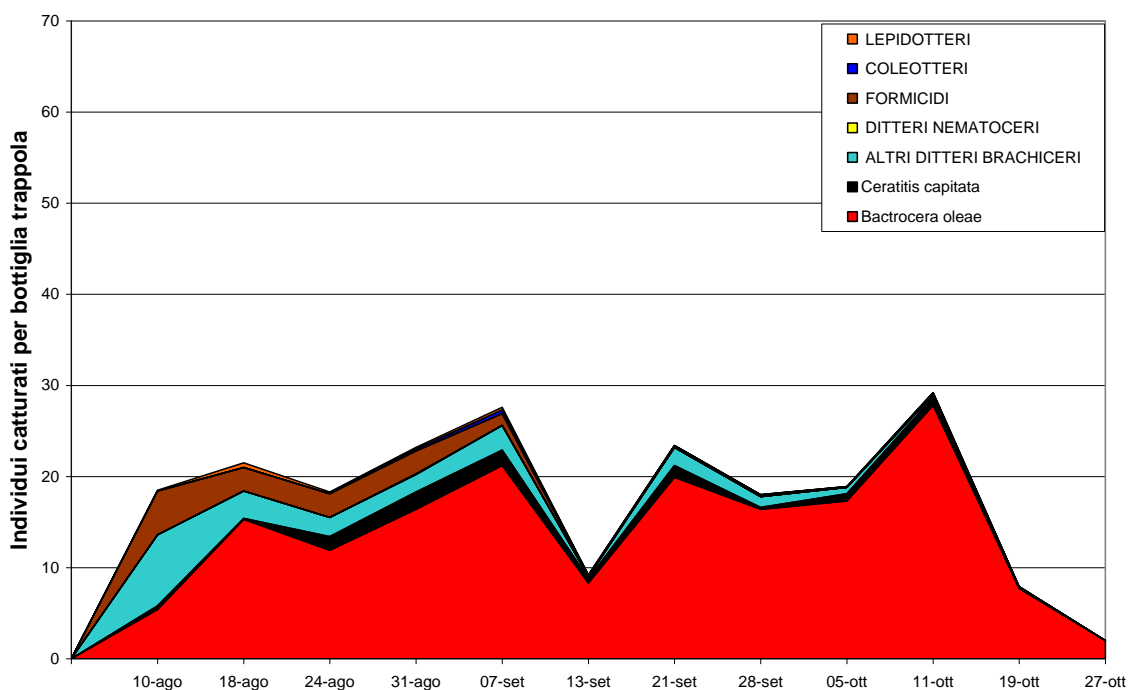


Figura 17b – Andamento delle catture nelle bottiglie trappola innescate con sardina di pesce nel 2010

FARINA Catture Totali 2010

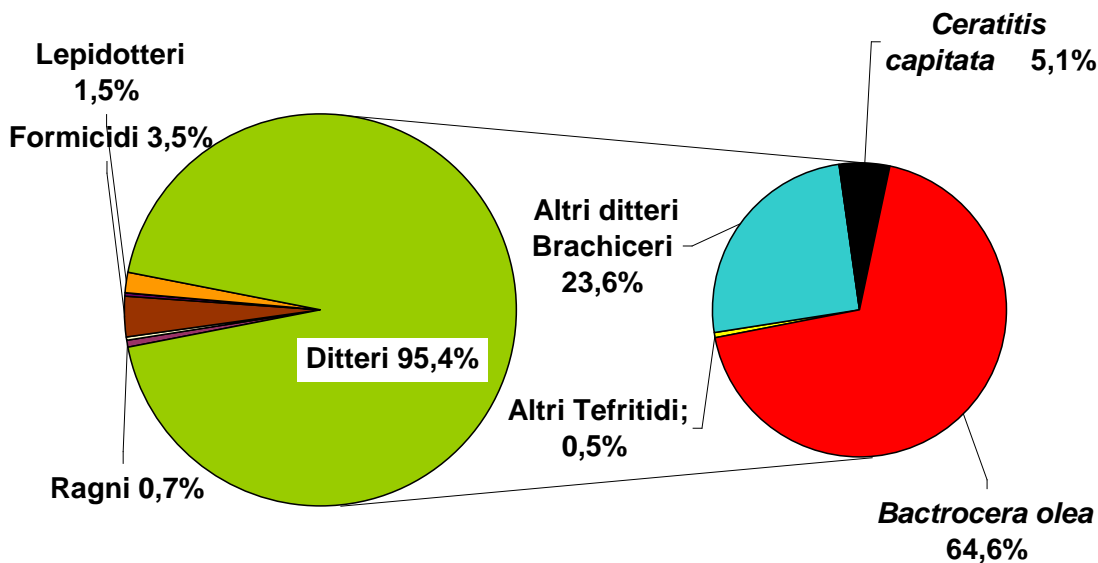


Figura 18a – Catture totali di artropodi nelle bottiglie trappola innescate con farina di pesce nel 2010

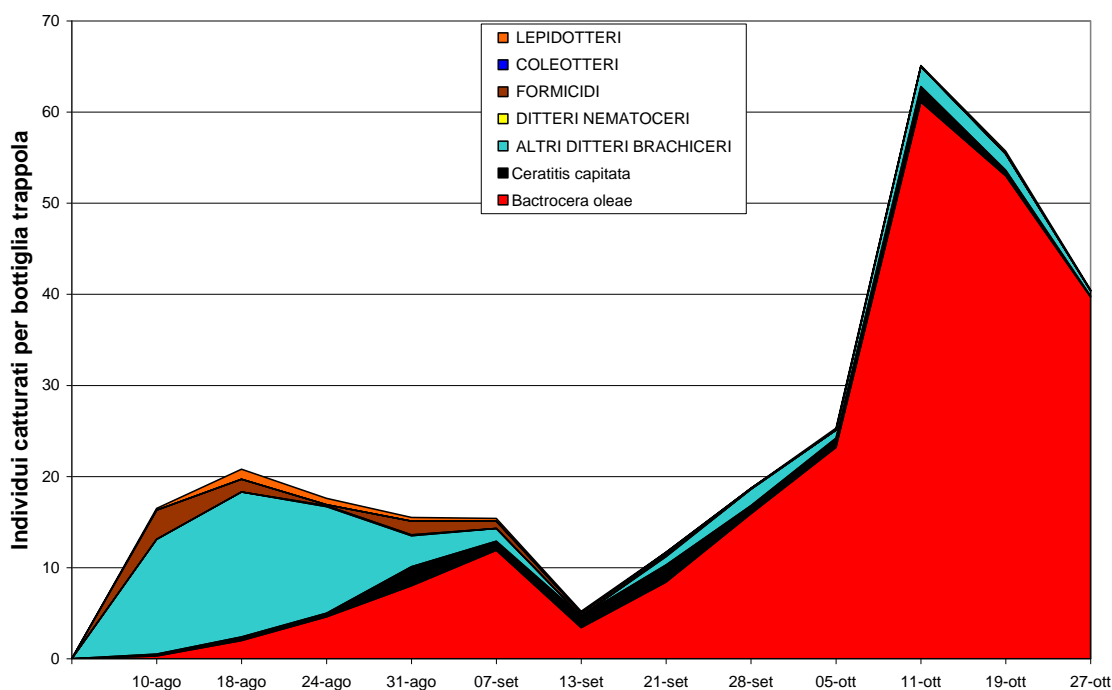


Figura 18b – Andamento delle catture nelle bottiglie trappola innescate con farina di pesce nel 2010

Nel 2010, pur avendo utilizzato gli stessi quantitativi di sardina e di farina di pesce (5 g), non sono state osservate differenze sostanziale nella capacità attrattiva della farina di pesce rispetto alla sardina. In termini numerici, infatti, le bottiglie trappola innescate con la sardina hanno catturato 2105 individui, mentre, quelle innescate con la farina di pesce 2148 individui. Sono state, invece, rilevate lievi differenze nella ripartizione percentuale degli artropodi catturati dai due attrattivi. Le trappole con sardina hanno catturato il 10,4% di altri ditteri brachiceri ed il 76% di *B. oleae*. Mentre, quelle innescate con la farina di pesce hanno catturato il 23,6% di altri ditteri brachiceri ed il 64,6% di *B. oleae*. (Tab. 17 e Figg. 17a e 18a). Rispetto agli anni precedenti, è stata, dunque, riscontrata una minore cattura di altri ditteri brachiceri nelle prime due settimane di esposizione ed una percentuale maggiore di catture di *B. oleae* da parte di entrambi gli attrattivi, anche in conseguenza degli elevati livelli di popolazione di *B. oleae* rilevati nel 2010.

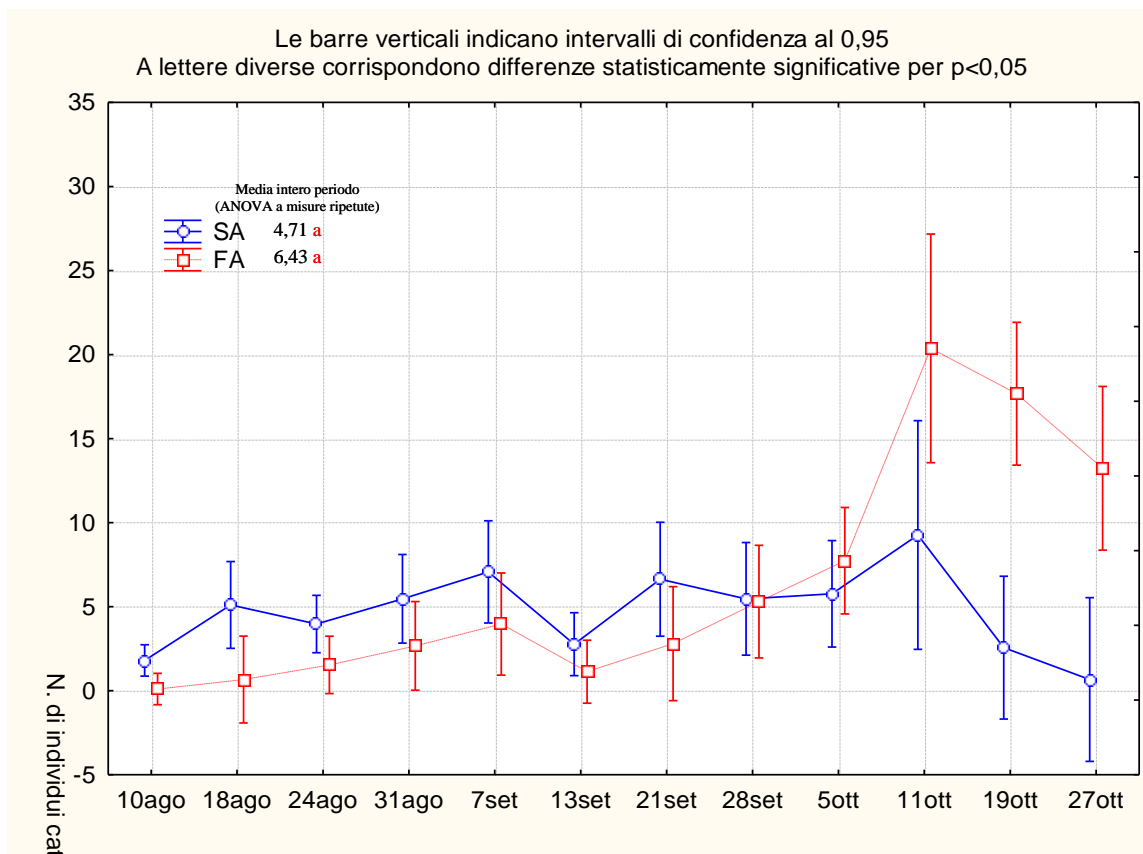


Figura 19 – Confronto tra le catture per bottiglia trappola di *B. oleae* per tesi nel 2010

Relativamente al confronto tra la capacità attrattiva dei due prodotti su *B. oleae* non sono emerse differenze statisticamente significative nell'intero periodo di esposizione (per ANOVA a misure ripetute) con catture medie per bottiglia trappola pari a 4,71^a della sardina e 6,43^a della farina di pesce (Fig 19b). E' stato, comunque, osservato un differente andamento delle catture nel periodo di esposizione, infatti, mentre le catture della sardina si sono mantenute costanti durante l'intero periodo, la farina ha mostrato un andamento crescente, raggiungendo, alla raccolta catture medie per bottiglia doppie rispetto alla sardina 20 individui contro i 9 della sardina. Tale aspetto conferma quanto osservato nel 2008, ossia che la farina di pesce conserva più a lungo la sua capacità attrattiva nei confronti di *B. oleae* rispetto alla sardina.

4.2.5. – Analisi chimiche e sensoriali dell'olio

Le olive provenienti da ognuna delle parcelle sono state molite separatamente ed i campioni di olio prodotto sono stati analizzati presso la Sezione di Chimica Agraria del Dipartimento I.T.A.F. dell'Università degli Studi di Palermo.

Per una migliore interpretazione dei parametri rilevati, si riportano alcune definizioni usate dalle norme in vigore per la commercializzazione dell'olio di oliva.

Il Reg. CE 1019/2002 ed il Reg. CEE 1531/2001 del Consiglio del 23 luglio 2001, in vigore dal 1° novembre 2003 ed, in particolare, l'articolo 3 del Reg. CE 1010/2002 definiscono che:

1. l'olio di oliva vergine: "olio d'oliva ottenuto direttamente dalle olive e unicamente mediante processi fisici o meccanici"
2. l'olio extra vergine di oliva: "olio di oliva di categoria superiore ottenuto direttamente dalle olive e unicamente mediante procedimenti meccanici".
3. un olio extra vergine di oliva presenta un'acidità libera, espressa in acido oleico che non supera 0,8 g per 100 g e altre caratteristiche conformi a quelle previste per questa categoria. Quando l'acidità è compresa tra 0,8 g e 2 g per 100 g, si parla di olio di oliva vergine.

Oltre all'acidità, la qualità dell'olio può dipendere anche dal tenore di perossidi presenti, che ne determina lo stato di ossidazione primaria e, quindi, la sua tendenza ad irrancidire. Più basso è il numero di perossidi, migliore è la qualità dell'olio d'oliva ed il suo stato di conservazione. Pertanto, negli oli d'oliva vergini il tenore di perossidi non deve superare 20 meq/O₂/kg.

Un altro parametro preso in considerazione per l'analisi chimica dell'olio è il suo tenore in fenoli totali che si trovano nella buccia e nella polpa dell'oliva. Trattasi di sostanze antiossidanti che se presenti in elevata concentrazione costituiscono un pregio per l'olio. Non sono previsti limiti di legge, ma il loro valore dà indicazioni sulla qualità del prodotto. La loro presenza è avvertita in un olio dal gusto amaro e anche piccante, ma anche da un gusto fruttato; in quanto molecole idrosolubili e termolabili risentono delle lavorazioni meccaniche (in un olio sottoposto a raffinazione queste sostanze non sono presenti).

In appresso, sono stati riportati i parametri dei campioni di olio provenienti dalle moliture separate di due tesi meno infestate (SA+IDRO e SA+CAO) e due tesi più infestate (NT e FA).

Tabella 18 - Analisi chimica e sensoriale dell'olio ottenuto alla raccolta (28 ottobre 2008) dalle diverse parcelle e livelli di infestazione dannosa (larve di terza età, pupe, fori di sfarfallamento, pupari vuoti, grandi gallerie vuote).

Tesi	Acidità libera (% acido oleico)	Numero di perossidi (meq O ₂ /kg olio)	Polifenoli totali (mg /kg acido caffeyico)	Infestazione totale (raccolta)	Infestazione dannosa (raccolta)	Infestazione dannosa ultimi due mesi (percentuali)
NT	0,20 a	3,8 ab	225 ab	25% b	10% b	0,03 % b
FA	0,23 a	4,6 a	212 a	54% a	18% a	0,07 % a
SA+IDRO	0,21 a	3,4 b	244 b	5% c	3% c	0,02 % bc
SA+CAO	0,22 a	3,3 b	218 ab	10% c	3% c	0,004 % c

Per tutte le tesi è stato ottenuto un olio extravergine d'oliva, con tenore in acido oleico inferiore allo 0,3% e tenore in perossidi inferiore a 6 meq/O₂/kg che corrispondono ai parametri di un olio extravergine di alta qualità.

Appare interessante sottolineare che tali risultati qualitativi sono stati ottenuti anche nelle tesi con alto livello d'infestazione totale alla raccolta, qual è il caso della tesi FA con il 54% di infestazione totale (Tab. 18).

I risultati del 2008 confermano, dunque, quanto affermato in precedenti studi, ossia che se alti livelli d'infestazione si realizzano nelle fasi prossime alla raccolta e, dunque, con forte componente attiva, consentono di ottenere sempre oli di elevata qualità se la molitura delle olive è effettuata tempestivamente dopo la raccolta, in quanto non sono ancora in atto processi ossidativi all'interno delle gallerie scavate dalle larve di III età.

Tabella 19 - Analisi chimica e sensoriale dell'olio ottenuto alla raccolta (28 ottobre 2009) dalle diverse parcelle e livelli di infestazione dannosa (larve di terza età, pupe, fori di sfarfallamento, pupari vuoti, grandi gallerie vuote).

Tesi	Acidità libera (% acido oleico)	Numero perossidi (meq O ₂ /kg olio)	ΔK	Clorofilla ppm	Carotenoidi ppm	Infestazione totale (raccolta)	Infestazione dannosa (raccolta)	Infestazione dannosa ultimi due mesi (percentuali)
FA	0,29	6,91	0,0203	5,332	4,186	76%	32%	
FA+CAO	0,26	5,15	0,0144	3,449	8,467	46%	10%	

6.3 – CONCLUSIONI

Psytalia concolor è stato il parassitoide più rappresentato nei campioni raccolti in Provincia di Trapani, sia sull'olivo coltivato che sull'olivastro.

Altri studi precedenti avevano evidenziato anche una presenza considerevole di *P. mediterraneus* che risulta, sull'olivo, uno dei principali parassitoidi di *B. oleae*, (Fenili e Pegazzano, 1971; Delrio Cavalloro, 1977; Delrio e Prota, 1977).

Bigler e Delucchi (1981), invece, riscontrarono una prevalenza di *E. urozonus* tra i parassitoidi della mosca dell'olivo, che non abbiamo ritrovato durante il nostro studio.

Inoltre, a differenza di quanto emerso da questa ricerca, gli altri studi condotti su olivastro raccolti in Italia (Sicilia, Toscana e Puglia) hanno mostrato che *P. mediterraneus* è il parassitoide più abbondante (Fenili e Pegazzano, 1971; Mineo e Blando 2005; Blando e Mineo, 2006).

Sulla base dei risultati ottenuti in questo studio si può affermare che la mosca prima d'iniziare gli attacchi sulle drupe degli oliveti coltivati può compiere almeno due generazioni sulle drupe dell'olivastro. Questo conferma quanto già osservato da Girolami (1974), secondo cui *B. oleae* può compiere nelle drupe non raccolte degli olivi coltivati ben tre generazioni da febbraio a giugno.

La percentuale di parassitizzazione sull'olivastro è stata alta, in media 34,9 %, simili a quanto rilevato da altri studi condotti in Sicilia su olivastro (37%-43%) da Mineo e Blando (2005) e da Blando e Mineo (2006). La parassitizzazione sull'olivastro è maggiore di quella registrata sull'olivo coltivato anche se poco distante da questo (in media 8,7 %), e ciò conferma quanto riscontrato per *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) da Wang *et al.* (2009b) sull'olivo coltivato e selvatico del Sud Africa (*Olea europaea* L. ssp. *cuspidata* (Wall ex G. Don).

La maggiore parassitizzazione su olivastro è da attribuire alle minori dimensioni delle drupe, nelle quali il limitato spessore della polpa mantiene la galleria prodotta dalla larva di *B. oleae* più in superficie.

Le maggiori dimensioni delle drupe creano, quindi, un rifugio strutturale per le larve della mosca a causa del fatto che lo spessore della polpa è più grande della lunghezza massima dell'ovopositore dei suoi parassitoidi (2,48 mm per *P. concolor* allevato su *B. oleae*

secondo Wang *et al.*, 2009a). Tale ipotesi è stata per la prima volta formulata circa nel 1917 da Latiere ed è stata dimostrata per *Psytalia ponerophaga* (Silvestri) (Sime *et al.*, 2007) e per *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) (Wang *et al.*, 2008).

Wiedmann, in un suo studio, ha dimostrato che le femmine di *P. concolor* allevate su *Ceratitis capitata* risultano più grandi e il livello di parassitizzazione è più alto rispetto a quelle ottenute da *B. oleae*; ciò può essere attribuito alla maggiore lunghezza dell'ovopositore che riesce a raggiungere le larve della mosca più in profondità, anche su olive più grosse (Wang *et al.*, 2009b).

A riguardo si può affermare che il controllo di *B. oleae* in Europa ed in Sud Africa appare ostacolato dal corto ovopositore dei suoi parassitoidi specialistici (*P. concolor*, *U. africanus* e *P. lounsburyi*) e dalla polifagia di altre specie con ovopositore più lungo (Wang *et al.*, 2009a).

5. STUDIO SUI CARPOFAGI DELL'OLIVO IN SUD AFRICA

Parte delle attività di ricerca previste dal Dottorato di ricerca sono state condotte in Sud Africa tra il 2009 ed il 2010. Sono stati studiati i carpofagi dell'olivo presenti nella Provincia del Western Cape, con particolare riferimento alla *Bactrocera oleae*, comparando i livelli d'infestazione su olivo coltivato con quelli delle prove condotte in Sicilia.

5.1. - MATERIALI E METODI

5.1.1. – Ubicazione e descrizione dei siti di campionamento

Le attività d'indagine sono state condotte nel 2009 e 2010 nel Western Cape (Repubblica del Sud Africa).

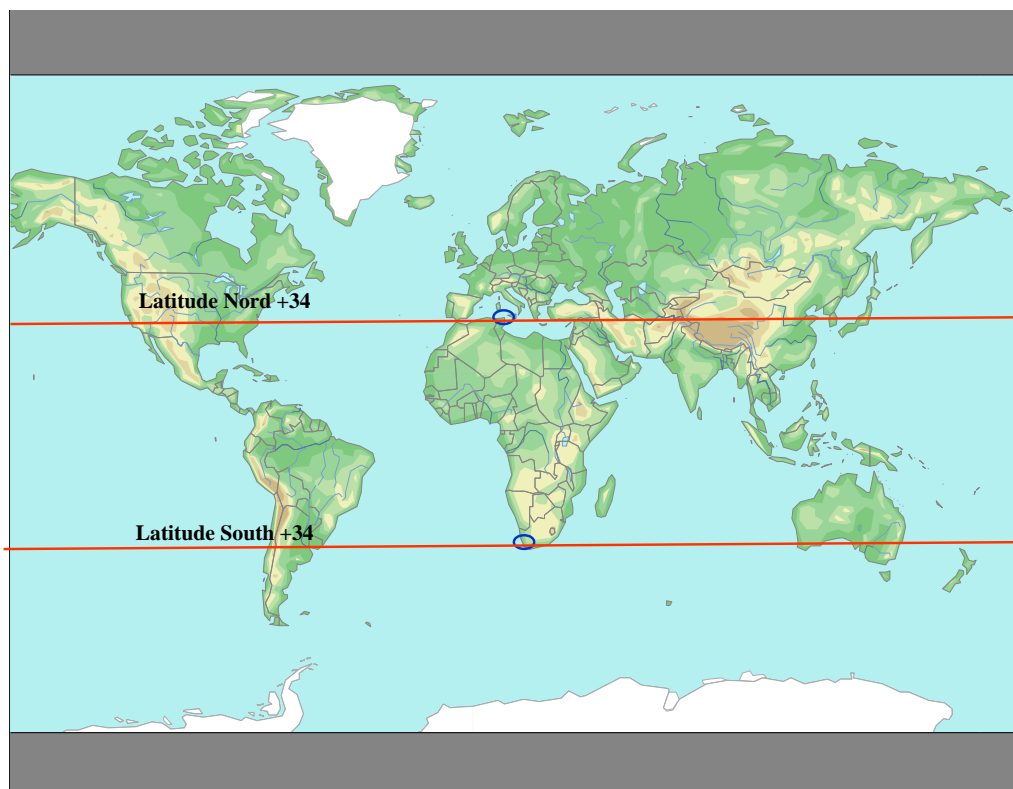


Figura 20 – Latitudini dei siti di campionamento in Sicilia e nel Western Cape

Ai fini dello studio sono state scelte prioritariamente aziende condotte secondo i metodi dell'agricoltura biologica o dove erano presenti piante non sottoposte ad alcun tipo di controllo, in modo da campionare piante di olivo coltivato non trattate e piante di olivo selvatico adiacenti.

Le cultivar coltivate campionate sono state le seguenti: Frantoio, Leccino, FS17, Coratina, Mission, Koroneiky e Manzanilla, mentre, l'olivo selvatico era rappresentato dall'olivastro africano (*O. europaea* L. ssp. *cuspidata*)



Figura 21 - Piante di olivo selvatico nei pressi di Stellenbosch



Figura 22 – Impianto di olivo presso le tenute Morgenster Estate

I siti interessati dai campionamenti sono stati 7 ubicati nei territori di: Somerset West, Stellenbosch, Cape Town (Claremont), Franschhoek, Paarl e Wellington, (Tab. 5), (Fig. 22).

Tabella 5 - quadro riepilogativo dei siti di campionamento nella Provincia del Western Cape

Località di raccolta	Azienda	Altitudine	Tipologia di piante campionate
Somerset West	Morgenster Estate	70 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Stellenbosch	Der Laan QL	85 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Stellenbosch	Nietvoorbij	172 m s.l.m.	olivo selvatico
Cape Town (Claremont)	Kirstenbosch	135 m s.l.m.	olivo selvatico
Franschhoek	Waterfall River	213 m s.l.m.	olivo coltivato
Paarl	Buffet olive Trust	168 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico

Wellington	Roxenburg Estate	230 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
------------	------------------	--------------	------------------------------------

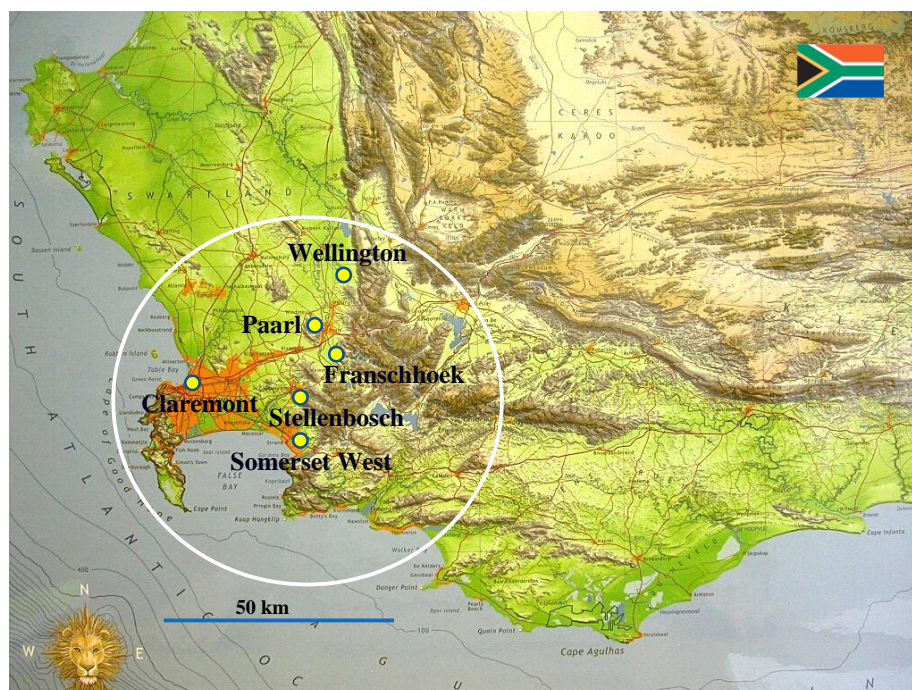


Figura 23 - Siti di campionamento nel Western Cape

5.1.2 – Parametri termopluviometrici del territorio

I parametri climatici caratterizzanti le aree di campionamento del Western Cape, in particolare di Franschhoek e Somerset West, siti nei quali sono stati rilevati i livelli d'infestazione della *B. oleae*, sono stati forniti dal Servizio AgroMet-ISCW, dell'A.R.C. Infruitec di Stellenbosch, ed hanno riguardato i valori minimi e massimi giornalieri delle temperature e dell'umidità relativa nei due anni di osservazioni. Essi sono stati poi confrontati con quelli della Stazione Agrometeorologica in telemisura di Trapani Fontanasalsa, forniti dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS).

5.1.3 – Metodologia di campionamento ed osservazioni

In ognuna delle località prescelte e ad ogni campionamento sono state prelevate, in modo del tutto casuale, sia su olivo coltivato che su olivastro, da 200 a 300 drupe per campione.

I campionamenti sono stati effettuati ad intervalli di 15/30 giorni tra il 01/03/2009 ed il 20/04/2009 e tra il 20/01/2010 e il 22/04/2010. Pertanto, nel 2009 sono stati prelevati complessivamente 19 campioni di olivo coltivato e 17 di olivo selvatico, mentre, nel 2010 sono stati prelevati complessivamente 19 campioni di olivo coltivato e 20 di olivo selvatico. Da alcuni campioni di olivo coltivato provenienti da Somerset West e da Franschhoek sono state, dunque, prelevate 100 drupe sulle quali, per mezzo dello stereo microscopio, sono stati verificati i livelli d'infestazione della mosca.

L'infestazione riscontrata è stata differenziata in:

1. Infestazione attiva (punture fertili e larve di 1^a e di 2^a età);
2. Infestazione dannosa (3^a età, pupe, fori di uscita);
3. Infestazione totale (infestazioni attiva + infestazione dannosa).

La restante parte dei campioni è stato posto all'interno di vaschette in polietilene bianco coperte da rete in tela a maglia fitta per garantirne il ricambio di aria all'interno (Fig. 25) o all'interno di contenitori con alloggi singoli come in Fig. 24 e poi sistemate all'interno di camera climatizzata con fotoperiodo di L:D 12/12, U.R. pari all' 80% e temperatura media di 22 °C ± 1, in modo da favorire lo sfarfallamento degli artropodi.

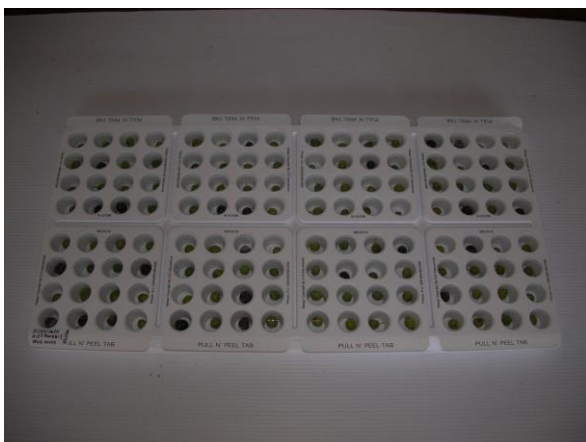


Figura 24 - contenitori con alloggi singoli (Pull N' Peel Tab)



Figura 25 – Contenitori in polietilene coperti da rete

Tabella 8 - Quadro riepilogativo dello schema adottato in Sud Africa nel 2009 e nel 2010

Periodo di campionamento	Dal 1 marzo al 20 aprile 2009 e dal 1 marzo al 20 aprile 2010
Numero di drupe raccolte per ogni campione	Da 200 a 300 drupe
Numero complessivo di campioni e di drupe di olivo coltivato raccolti	19 campioni per complessive 2.000 drupe nel 2009 e 19 campioni per complessive 5.322 drupe nel 2010
Numero complessivo di campioni e di drupe di olivo selvatico raccolti	17 campioni per complessive 3.800 drupe nel 2009 e 20 campioni per complessive 3.936 drupe nel 2010
N. di drupe osservate	100 per campione
Osservazioni effettuate per mezzo di stereomicroscopio	Infestazione attiva e dannosa
Metodo di sfarfallamento	In contenitori di polietilene ricoperti da rete a maglia fitta posti all'interno di celle climatizzate
Parametri ambientali controllati	Temperatura 22°C±1, Fotoperiodo L:D 12/12, U.R. 80%

Nel momento in cui, dalle cassette si osservava che gli insetti erano tutti morti, si procedeva con la raccolta di tutti gli sfarfallati. Gli insetti, dopo essere stati prelevati dalle cassette, sono stati separati per gruppi sistematici e posti in piastre Petri per la conta e la distinzione del sesso. Successivamente sono stati preparati a secco ed incollati su cartoncino e contraddistinti da un cartellino identificativo, riportante la località, la data del campionamento, l'entità vegetale di origine ed il raccogliatore. E' stato registrato il numero di individui per ciascuna specie ottenuta e per ogni campione di drupe raccolto.

5.1.4 – Confronto tra le infestazioni di *B. oleae* in Sicilia e nel Western Cape

I livelli delle infestazioni di *B. oleae* raccolti nel 2009 e nel 2010 in Sud Africa, sono stati confrontati con quelli registrati nel 2009 e nel 2010 a Trapani e poi sono stati correlati con gli andamenti climatici dei due anni nelle due Regioni.

5.1.5 – Analisi statistica dei dati

Per l'analisi statistica dei dati che hanno riguardato le percentuali di parassitizzazione della *B. oleae* nelle drupe di olivo coltivato e di olivo selvatico nelle due aree di campionamento, i dati

relativi all'intero periodo sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) per misure ripetute. Entrambe le analisi sono state seguite dal test post-hoc di Tukey ($p < 0,05$).

5.2 – RISULTATI E DISCUSSIONI

Durante le attività di ricerca svolte sono stati analizzati e confrontati i dati termopluviometrici dei siti d'indagine in Sicilia e Nel Western Cape. Inoltre, tali dati sono stati correlati alle infestazioni di *B. oleae* nei due areali. Infine, sono stati raccolti tutti gli insetti sfarfallati dalle drupe in allevamento e sono stati classificati, cercando di individuarne l'etologia, qualora questa non fosse ancora nota dalla bibliografia esistente.

5.2.1 – Analisi e confronto dei dati termopluviometrici della Sicilia e del Western Cape

Di seguito vengono riportati i parametri climatici caratterizzanti le aree di campionamento in Sicilia e nel Western Cape, con particolare riferimento ai valori minimi e massimi giornalieri delle temperature e dell'umidità relativa nei due anni di osservazioni.

Sono stati, innanzitutto, analizzati gli andamenti climatici dei due areali negli ultimi quattro anni (dal 2007 al 2010). Inoltre, al fine di poterli confrontare gli andamenti climatici del periodo d'interesse dei due areali, è stato necessario sovrapporre i dati climatici nei periodi stagionali equiparabili, compresi tra il 1° luglio ed il 30 novembre nell'emisfero boreale e tra il 1° gennaio ed il 30 maggio nell'emisfero australe.

Inoltre, riguardo al Western Cape, sono stati confrontati i parametri climatici ed i livelli d'infestazione di *B. oleae* di due con andamenti climatici differenti. Uno è stato individuato a Somerset West presso Morgenster distante meno di 10 km dall'Oceano Atlantico, l'altro a Franschhoek, località più all'interno distante circa 40 Km dall'Oceano Atlantico.

Tabella 6 - Quadro riepilogativo dei dati climati quadriennali dei siti di campionamento in Sicilia e nella Provincia del Western Cape

Località	Anni	Tem. Min. 01lug-30nov	Temp. Max 01lug-30nov	Temp. Media 01lug-30nov	Escur.Term 01lug-30nov	UR (%) 01lug-30nov
Trapani	2007	16,6	27,6	22,1	11,0	69,7
Trapani	2008	18,3	30,1	24,2	11,8	69,5
Trapani	2009	17,7	30,9	24,3	13,3	79,0
Trapani	2010	17,6	27,6	22,4	10,0	78,1
Somerset West	2007	11,0	26,4	18,7	15,4	68,9
Somerset West	2008	12,5	27,3	19,9	14,8	67,3
Somerset West	2009	12,0	26,7	19,4	14,7	68,1
Somerset West	2010	11,9	26,5	19,2	14,6	68,1
Franschhoek	2007	14,5	27,5	21,0	13,0	62,9
Franschhoek	2008	15,4	27,8	21,6	12,4	63,9
Franschhoek	2009	15,9	28,2	22,1	12,3	60,8
Franschhoek	2010	14,5	27,6	21,1	13,1	60,6
Trapani	Media dei 4 anni	17,6	29,1	23,3	11,5	74,1
Somerset West	Media dei 4 anni	11,9	26,7	19,3	14,9	68,1
Franschhoek	Media dei 4 anni	15,1	27,8	21,5	12,7	62,1

Dall'esame dei dati climatici dei tre siti, (Trapani in Sicilia e Franschhoek e Somerset West in Sud Africa), sono emerse differenze statisticamente significative per ANOVA a misure ripetute e ad una via tra i dati siciliani e sudafricani.

è stato rilevato che le temperature massime e minime in Sicilia, durante l'intero periodo di osservazione, mostrano andamenti più costanti rispetto al Western Cape, dove sono stati rilevati maggiori differenze di temperature tra giorno e notte e, dunque, una maggiore escursione termica giornaliera con una temperatura media più bassa di quella siciliana.

Inoltre, i livelli di umidità relativa, mentre, a Trapani aumentano in autunno e, quindi, in prossimità della raccolta, a Somerset West si mantengono costanti assumendo valori simili al periodo estivo. Le temperature dei due siti sono molto condizionate dalle temperature del vicino mare che hanno una media annuale di 19,6°C a Trapani, e di 16,8°C a Cape Town.

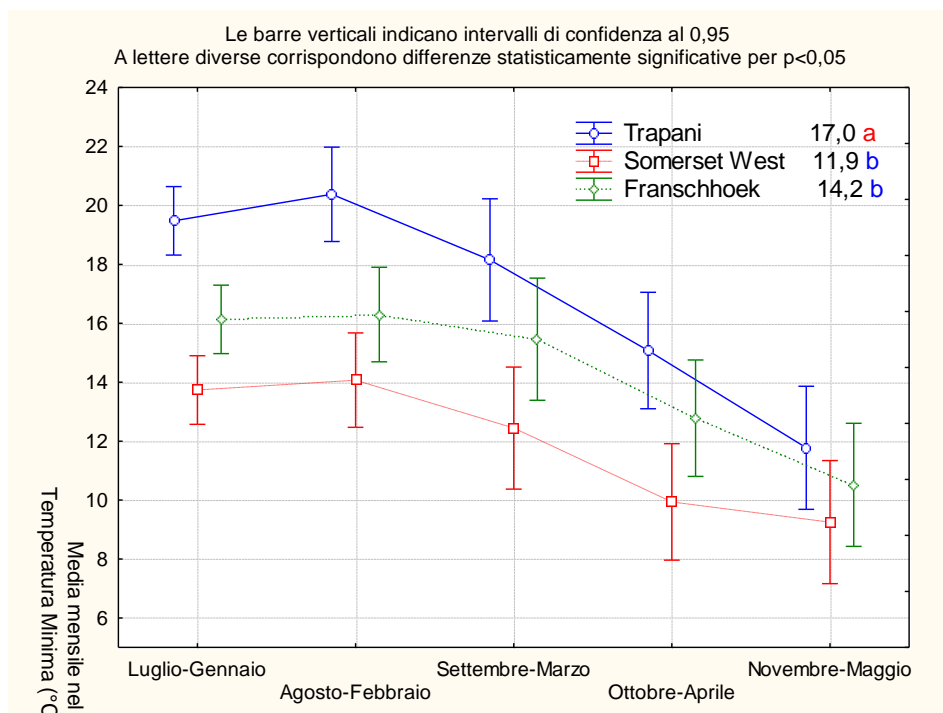


Figura 30- Confronto tra gli andamenti delle Temperature minime medie mensili (°C) in Sicilia e nel Western Cape nel periodo 2007/2010.

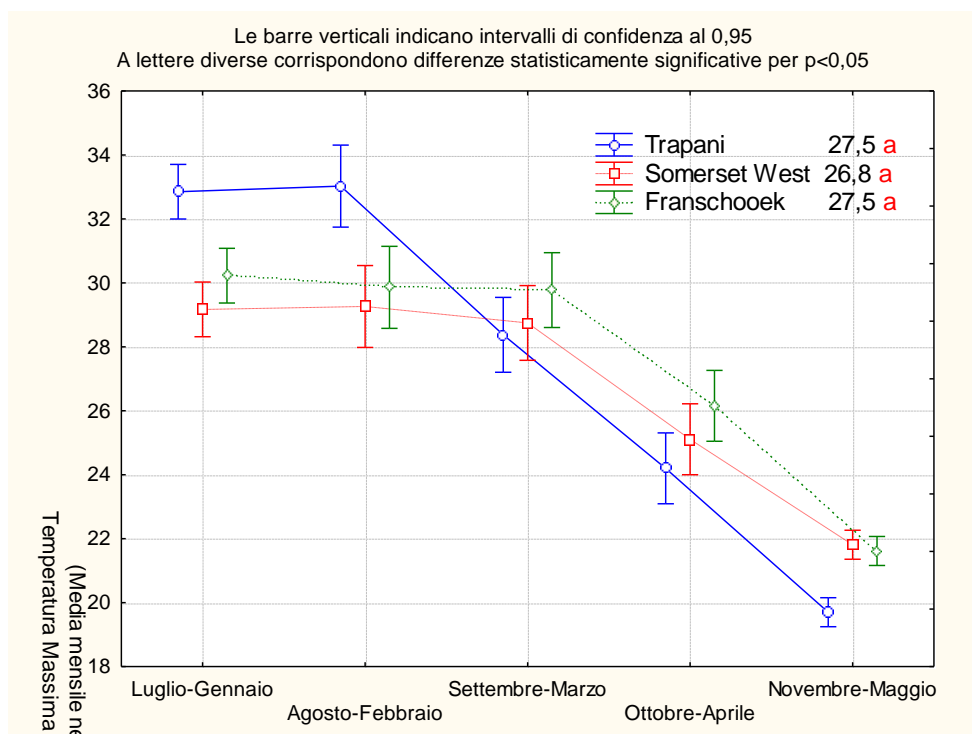


Figura 31- Confronto tra gli andamenti delle Temperature massime medie mensili (°C) in Sicilia e nel Western Cape nel periodo 2007/2010.

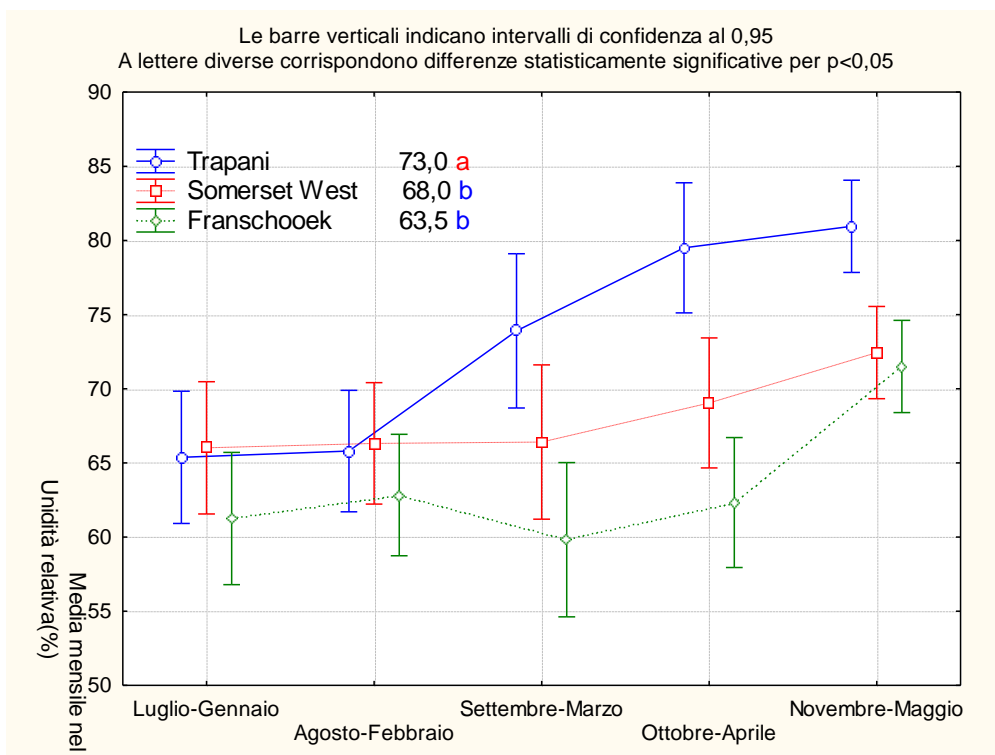


Figura 32- Confronto tra gli andamenti dell'umidità relativa media mensile (%) in Sicilia e nel Western Cape nel periodo 2007/2010.

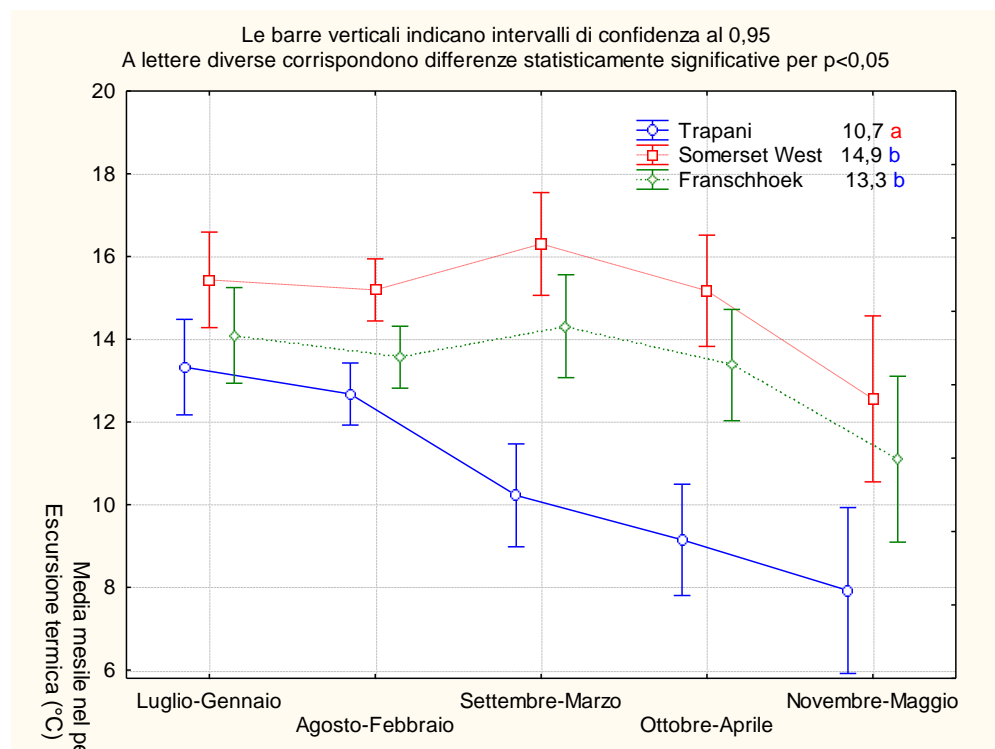


Figura 33- Confronto tra le escursioni termiche medie mensili in Sicilia e nel Western Cape nel periodo 2007/2010.

5.2.1 – Correlazioni tra dati termopluviometrici del territorio ed infestazioni di *B. oleae* in Sicilia e nel Western Cape

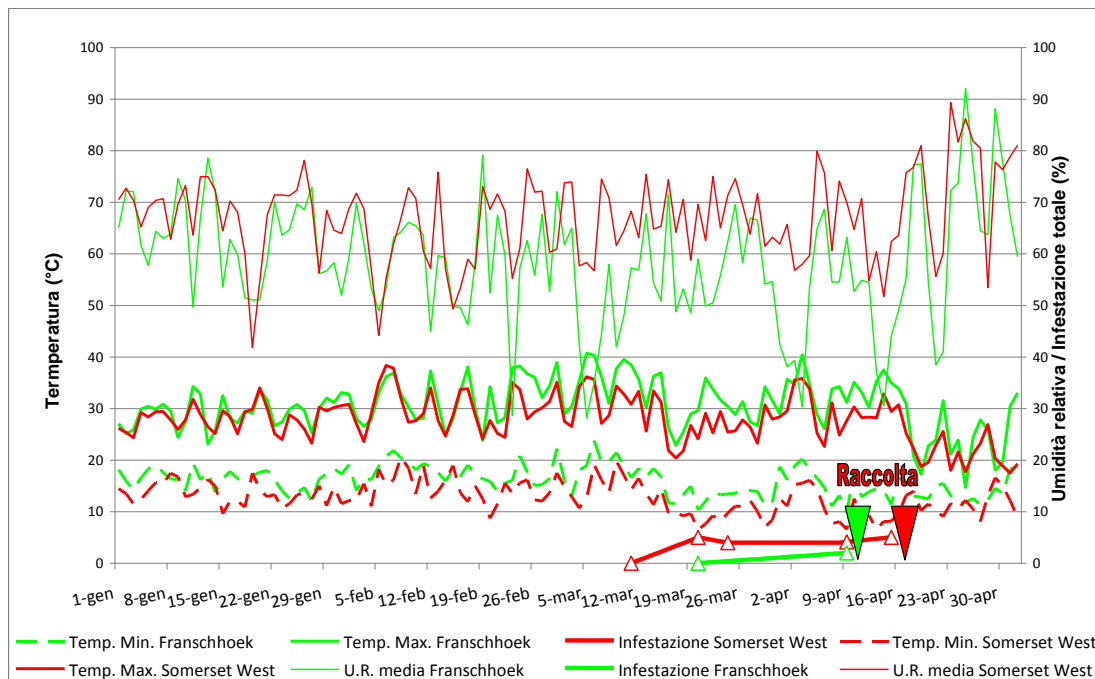


Figura 23- Confronto tra i parametri climatici e le infestazioni di *B. oleae* a Franschhoek e a Somerset West nel 2009

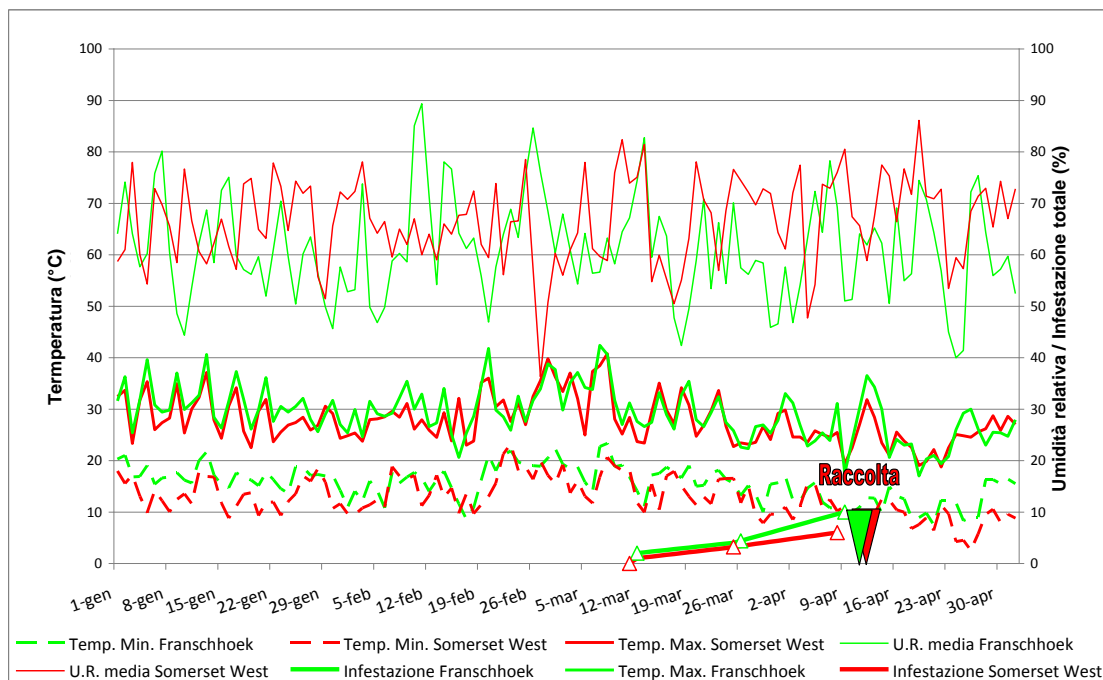


Figura 24- Confronto tra i parametri climatici e le infestazioni di *B. oleae* a Franschhoek e a Somerset West nel 2010

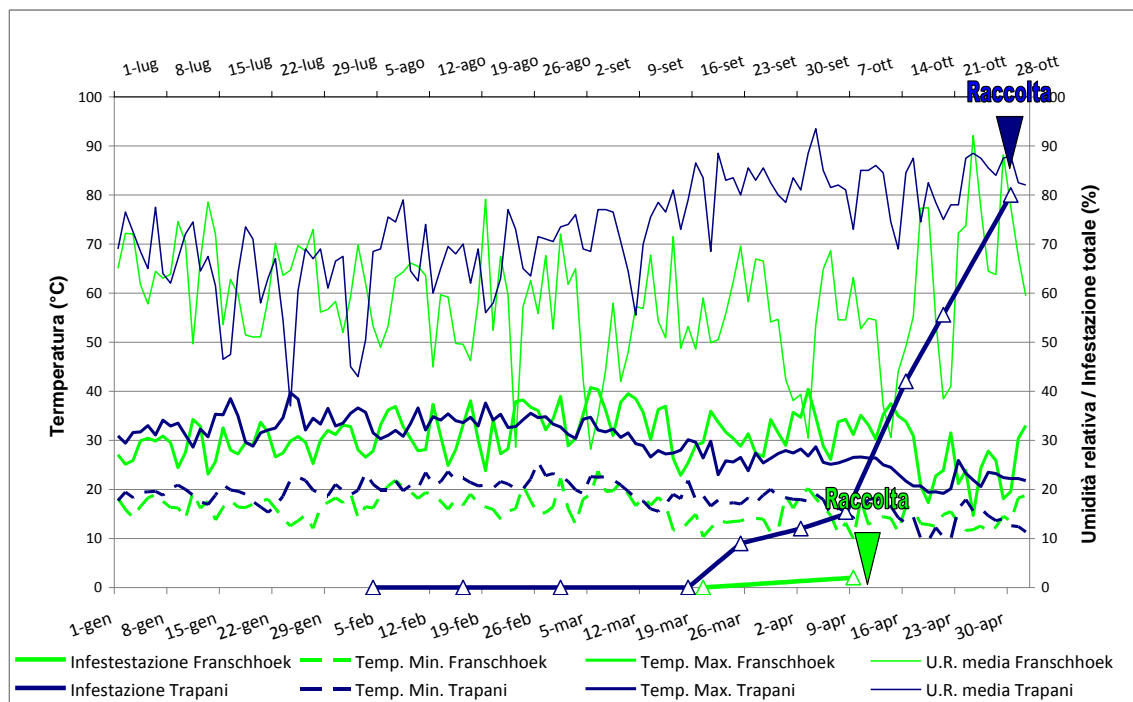


Figura 25- Confronto tra i parametri climatici e le infestazioni di *B. oleae* a Trapani ed a Franschhoek nel 2009

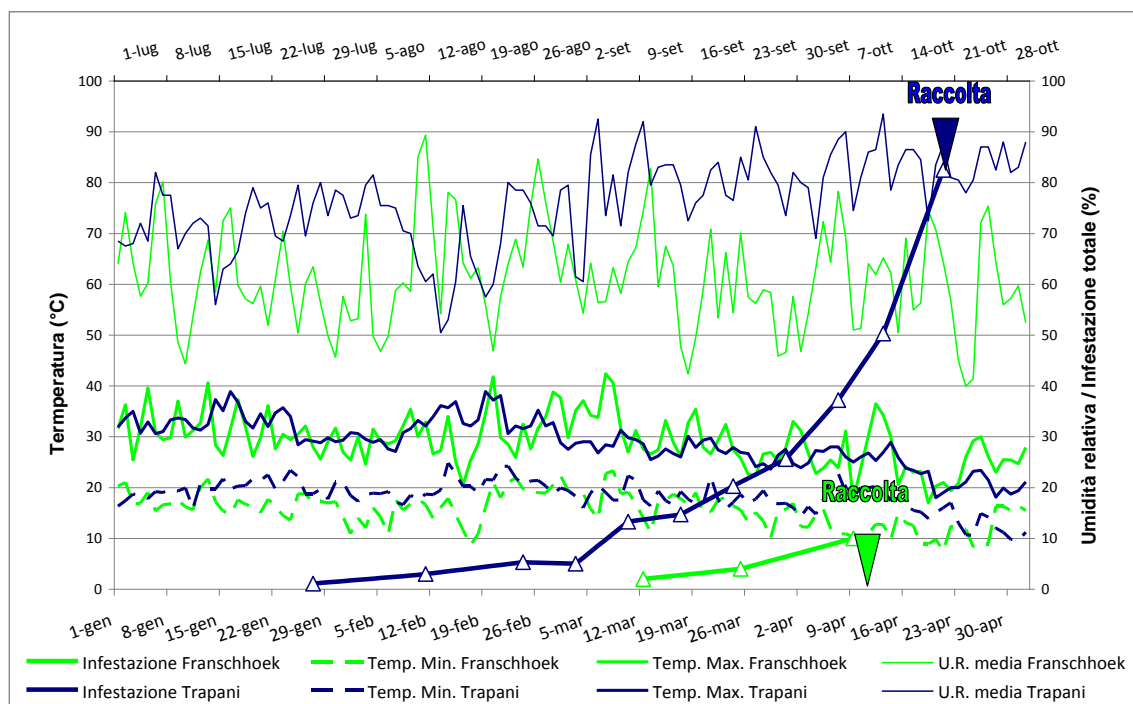


Figura 26- Confronto tra i parametri climatici e le infestazioni di *B. oleae* a Trapani ed a Franschhoek nel 2010

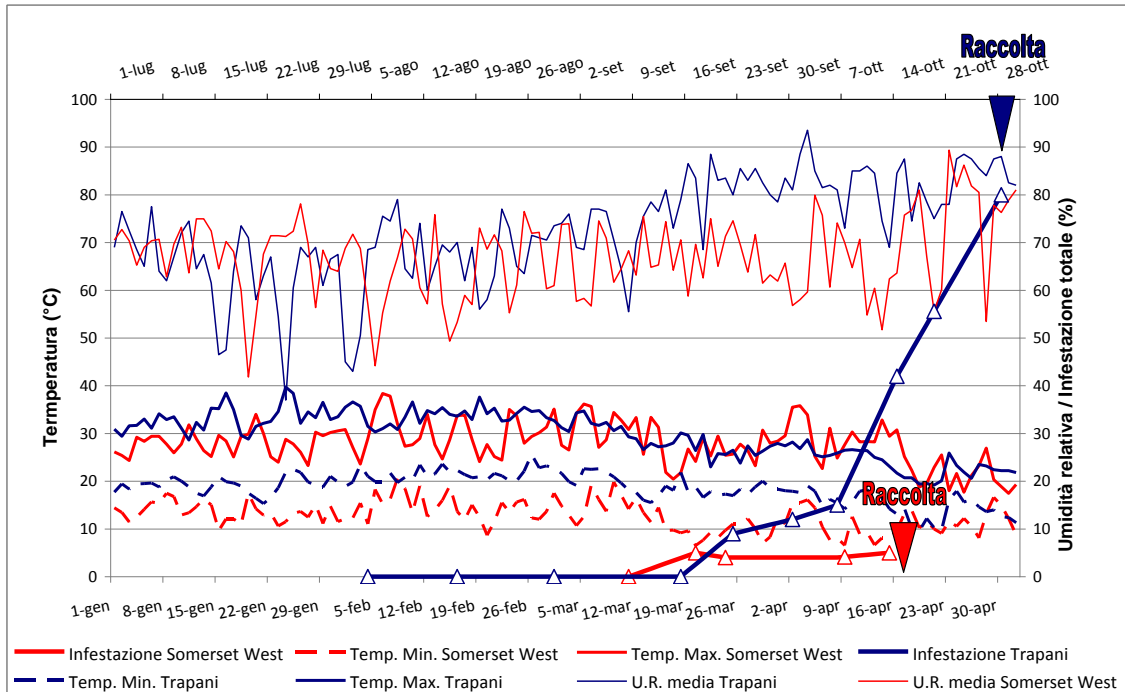


Figura 27- Confronto tra i parametri climatici e le infestazioni di *B. oleae* a Trapani ed a Somerset West nel 2009

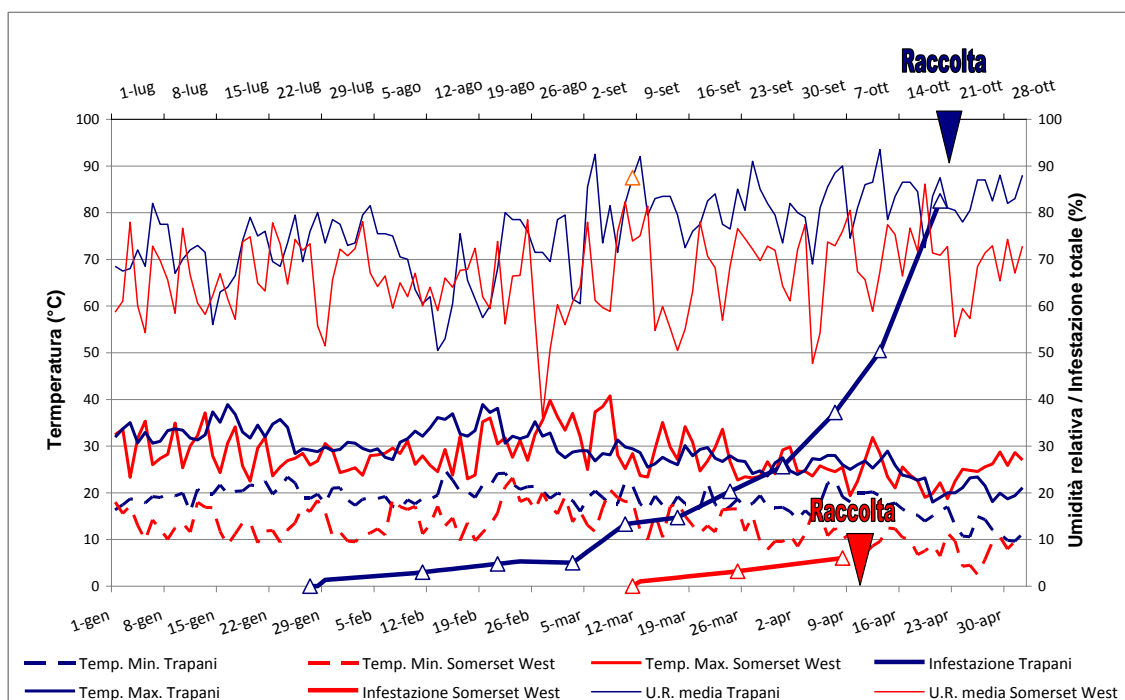


Figura 28- Confronto tra i parametri climatici e le infestazioni di *B. oleae* a Trapani ed a Somerset West nel 2010

SUD AFRICA

In Sud Africa, il numero degli insetti sfarfallati è stato pari a 48 sulle 2.000 drupe di olivo coltivato raccolte, suddivisi tra le seguenti specie: 30 *B. oleae*, 1 *Psytalia lounsburyi*, 1 *Bracon celer*, 1 *Euritoma oleae*, 5 *Eupelmus spermophilus*, 6 Pteromalidi spp., 3 lepidotteri ssp. ed 1 coleottero spp., e pari a 473 sulle 3.800 drupe di olivo selvatico raccolte, suddivisi tra le seguenti specie: 214 *B. oleae*, 17 *B. biguttula*, 91 *Utetes africanus*, 18 *Psytalia lounsburyi*, 2 *Bracon celer*, 3 *Euritoma oleae*, 1 *Ormirus* spp., 23 *Sycophila* ssp. 89 *Eupelmus spermophilus*, 6 Pteromalidi ssp., 6 Lasioptera spp. ed 1 lepidottero.

Nelle tabelle seguenti sono stati riassunti tutti gli insetti sfarfallati.

Tabella 1: Insetti sfarfallati da *Olea europaea* L. ssp. *europaea* in Sud Africa nel 2009

Ord.	Specie	Percentuale sugli sfarfallati	Individui sfarfallati		
			maschi	femmine	n.d.

1	<i>Bactrocera oleae</i>		15	15	
	Totale <i>Bactrocera</i>	62,5%	30		
2	<i>Psytalia lounsburyi</i>			1	
3	<i>Bracon celer</i>			1	
	Totale Braconidi	4,2%	2		
4	<i>Euritoma oleae</i>			1	
5	<i>Eupelmus spermophilus</i>	10,4%	2	3	
6	Pteromalidae spp. 1	12,5%	1	5	
7	Lepidoptera spp.				3
8	Coleoptera spp.				1
	Totale insetti sfarfallati		48		

Tabella 2: Insetti sfarfallati da *Olea europaea* L. ssp. *cuspidata* in Sud Africa nel 2009

Ord.	Specie	Percentuale sugli sfarfallati	Individui sfarfallati		
			maschi	femmine	n.d.
1	<i>Bactrocera oleae</i>		111	103	
2	<i>Bactrocera biguttula</i>		6	11	
	Totale <i>Bactrocera</i> spp.	49%	231		
3	<i>Utetes africanus</i>		53	38	
4	<i>Psytalia lounsburyi</i>		13	5	
5	<i>Bracon celer</i>		1	1	
	Totale Braconidi	23,5%	111		
6	<i>Euritoma oleae</i>			3	
7	<i>Euritoma varicolor</i>				
8	<i>Sycophila</i> spp. 1		1	2	
9	<i>Sycophila</i> spp. 2		1	1	
10	<i>Sycophila</i> spp. 3		3		
11	<i>Sycophila</i> spp. 4			2	
12	<i>Sycophila</i> spp. 5		4	7	
13	<i>Sycophila</i> spp. 6			2	

	Euritomidi totali	5,5%	26		
14	<i>Ormirus spp.</i>			1	
15	<i>Eupelmus spermophilus</i>	18,8%	51	38	
16	Pteromalidae spp. 1		1		
17	Pteromalidae spp. 2			3	
18	Pteromalidae spp. 3		1	1	
19	Lasioptera spp.				6
20	Lepidoptera spp.				1
	Totale insetti sfarfallati		473		

Pertanto, la percentuale di drupe dalle quali sono sfarfallati tefritidi e braconidi è stata inferiore al 2% nell'olivo coltivato e al 9% nell'olivo selvatico.

Gli unici due esemplari di braconidi sfarfallati dai campioni di olivo coltivato sono rappresentati da: *Psyttalia lounsburyi* e *Bracon celer*, mentre, quelli sfarfallati dai campioni di olivo selvatico sono rappresentati in gran parte da *Utetes africanus*, ed in misura ridotta da *Psyttalia lounsburyi* e *Bracon celer*.

La parassitizzazione complessiva è risultata, dunque, pari al 6,3% su olivo coltivato e al 32,5% su olivastro. L'andamento della parassitizzazione in tutti i siti campionati (Graf. 1) mostra, infatti, una netta differenza tra olivo coltivato ed olivo selvatico.

6.3 – CONCLUSIONI

Psytalia concolor è stato il parassitoide più rappresentato nei campioni raccolti in Provincia di Trapani, sia sull'olivo coltivato che sull'olivastro.

Altri studi precedenti avevano evidenziato anche una presenza considerevole di *P. mediterraneus* che risulta, sull'olivo, uno dei principali parassitoidi di *B. oleae*, (Fenili e Pegazzano, 1971; Delrio Cavalloro, 1977; Delrio e Prota, 1977).

Bigler e Delucchi (1981), invece, riscontrarono una prevalenza di *E. urozonus* tra i parassitoidi della mosca dell'olivo, che non abbiamo ritrovato durante il nostro studio.

Inoltre, a differenza di quanto emerso da questa ricerca, gli altri studi condotti su olivastro raccolti in Italia (Sicilia, Toscana e Puglia) hanno mostrato che *P. mediterraneus* è il parassitoide più abbondante (Fenili e Pegazzano, 1971; Mineo e Blando 2005; Blando e Mineo, 2006).

Sulla base dei risultati ottenuti in questo studio si può affermare che la mosca prima d'iniziare gli attacchi sulle drupe degli oliveti coltivati può compiere almeno due generazioni sulle drupe dell'olivastro. Questo conferma quanto già osservato da Girolami (1974), secondo cui *B. oleae* può compiere nelle drupe non raccolte degli olivi coltivati ben tre generazioni da febbraio a giugno.

La percentuale di parassitizzazione sull'olivastro è stata alta, in media 34,9 %, simili a quanto rilevato da altri studi condotti in Sicilia su olivastro (37%-43%) da Mineo e Blando (2005) e da Blando e Mineo (2006). La parassitizzazione sull'olivastro è maggiore di quella registrata sull'olivo coltivato anche se poco distante da questo (in media 8,7 %), e ciò conferma quanto riscontrato per *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) da Wang *et al.* (2009b) sull'olivo coltivato e selvatico del Sud Africa (*Olea europaea* L. ssp. *cuspidata* (Wall ex G. Don).

La maggiore parassitizzazione su olivastro è da attribuire alle minori dimensioni delle drupe, nelle quali il limitato spessore della polpa mantiene la galleria prodotta dalla larva di *B. oleae* più in superficie.

Le maggiori dimensioni delle drupe creano, quindi, un rifugio strutturale per le larve della mosca a causa del fatto che lo spessore della polpa è più grande della lunghezza massima dell'ovopositore dei suoi parassitoidi (2,48 mm per *P. concolor* allevato su *B. oleae*

secondo Wang *et al.*, 2009a). Tale ipotesi è stata per la prima volta formulata circa nel 1917 da Latiere ed è stata dimostrata per *Psytalia ponerophaga* (Silvestri) (Sime *et al.*, 2007) e per *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) (Wang *et al.*, 2008).

Wiedmann, in un suo studio, ha dimostrato che le femmine di *P. concolor* allevate su *Ceratitis capitata* risultano più grandi e il livello di parassitizzazione è più alto rispetto a quelle ottenute da *B. oleae*; ciò può essere attribuito alla maggiore lunghezza dell'ovopositore che riesce a raggiungere le larve della mosca più in profondità, anche su olive più grosse (Wang *et al.*, 2009b).

A riguardo si può affermare che il controllo di *B. oleae* in Europa ed in Sud Africa appare ostacolato dal corto ovopositore dei suoi parassitoidi specialistici (*P. concolor*, *U. africanus* e *P. lounsburyi*) e dalla polifagia di altre specie con ovopositore più lungo (Wang *et al.*, 2009a).

PARTE SPERIMENTALE

6. LA PARASSITIZZAZIONE DI *B. OLEAE* IN SICILIA E SUD AFRICA

Altro obiettivo della ricerca è stato quello di confrontare la parassitizzazione di *Bactrocera oleae* da parte dei braconidi su olivo selvatico e coltivato in Sicilia e in Sud Africa, esaminando gli effetti del diametro equatoriale delle drupe delle cultivar coltivate e di piante adiacenti di olivo selvatico allo scopo di svolgere una comparazione tra le performance di differenti specie di parassitoidi in due diverse regioni del mondo.

6.1. - MATERIALI E METODI

6.1.1. – Ubicazione e descrizione dei siti di campionamento

Le attività d'indagine sono state condotte nel triennio 2008/2010 in Sicilia occidentale e nel Western Cape (Repubblica del Sud Africa).

Ai fini dello studio sono state scelte prioritariamente aziende condotte secondo i metodi dell'agricoltura biologica o dove erano presenti piante non sottoposte ad alcun tipo di trattamento, in modo da campionare piante di olivo coltivato non trattate e piante di olivo selvatico adiacenti.

In Sicilia le cultivar coltivate campionate nel 2008-9 sono state le seguenti: Nocellara del Belice, Cerasuola, Biancolilla, Cipressino e Datterino mentre, l'olivo selvatico era rappresentato dall'olivastro (*O. europaea* L. ssp. *oleaster*). Nel 2010 a quelle precedenti sono state aggiunte le seguenti cultivar: Piricuddara, Crastu, Mandanici, Mantonica, Giarfara e Mortiddara.

Riguardo ai campionamenti effettuati in Sicilia, le località interessate nel 2008-9 sono state 6 ubicate nei territori di: Castellammare del Golfo, Castelvetro, Marsala e Trapani, tutte ricadenti nella Provincia di Trapani (Tab. 3), (Fig. 18). Nel 2010 le località dei campionamenti sono state 5 ubicate nei territori di: Castelvetro, Partanna, Marsala e

Trapani, ricadenti nelle Provincia Trapani, tutte quante distano meno di 10 km dal mare (Tab. 4), (Fig. 19).

Tabella 3 - Quadro riepilogativo dei siti di campionamento nel 2008-9

Località di raccolta	Altitudine	Tipologia di piante campionate
Marsala, c/da Pispisia	23 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Marsala, c/da Birgi	20 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Trapani, c/da Loco Grande	16 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Castellammare del Golfo, C/da Terme Segestane	109 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Marsala, c/da Sinubio	72 m s.l.m.	Solo olivo coltivato
Castelvetrano, c/da Strasatto-Paratore	104 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico



Figura 18 - Siti di campionamento in Sicilia nel 2008-9

Tabella 4 - Quadro riepilogativo dei siti di campionamento nel 2010

Località di raccolta	Altitudine	Tipologia di piante campionate
Castelvetrano, campo Carboj	62 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Partanna, c/da Seggio	170 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Trapani, c/da Loco Grande	16 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Marsala, c/da Sinubio	72 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico
Marsala, Isola di Mozia	5 m s.l.m.	olivo coltivato ed olivo selvatico



Figura 19 - Siti di campionamento in Sicilia nel 2010



Figura 20 - Pianta di olivo presso l'Azienda Agricola Biologica Titone



Figura 21 - Pianta di olivastro nei pressi di Marsala

In Sud Africa, invece, le cultivar coltivate campionate nel 2009 e 2010 sono state le seguenti: Frantoio, Leccino, FS17, Coratina, Mission, Koroneiki e Manzanilla, mentre, l'olivo selvatico era rappresentato dall'olivastro africano (*O. europaea* L. ssp. *cuspidata*).

Riguardo alla Provincia del Western Cape, i siti interessati dai campionamenti sono stati 7 ubicati nei territori di: Somerset West, Stellenbosch, Cape Town (Claremont), Franschhoek, Paarl e Wellington, (Tab. 5), (Fig. 22).

Tabella 5. Quadro riepilogativo dei siti di campionamento nella Provincia del Western Cape nel 2009 e 2010.

Località di raccolta	Azienda	Altitudine	Tipologia di piante campionate
Somerset West	Morgenster Estate	70 m s.l.m.	olivo coltivato e selvatico
Stellenbosch	Der Laan QL	85 m s.l.m.	olivo coltivato e selvatico
Stellenbosch	Nietvoorbij	172 m s.l.m.	olivo selvatico
Cape Town (Claremont)	Kirstenbosch	135 m s.l.m.	olivo selvatico
Franschhoek	Waterfall River	213 m s.l.m.	olivo coltivato
Paarl	Buffet olive Trust	168 m s.l.m.	olivo coltivato e selvatico
Wellington	Roxenburg Estate	230 m s.l.m.	olivo coltivato e selvatico

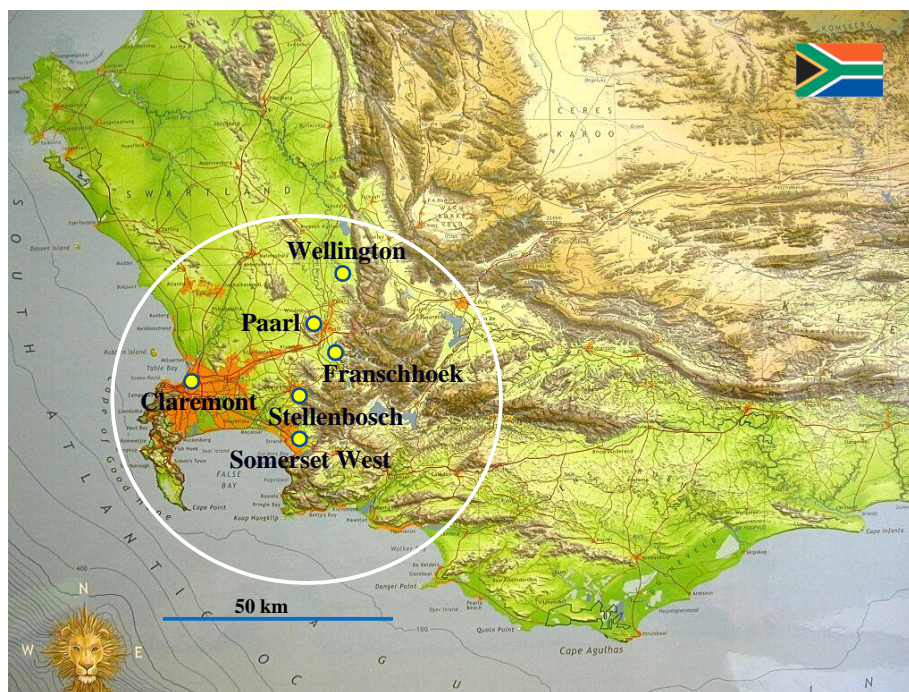


Figura 22 - Siti di campionamento nel Western Cape

6.1.3 – Metodologia di campionamento

In Sicilia, dal 30/11/2008 al 09/03/2009, sono stati eseguiti, ad intervalli di 15/30 giorni, 22 campionamenti su olivo coltivato e 21 su olivastro. Nel 2010, dal 09/09/2010 al 11/01/2010, sono stati effettuati 48 campionamenti su olivo coltivato e 12 su olivastro.

In ognuna delle località prescelte e ad ogni campionamento sono state prelevate, in modo del tutto casuale, sia su olivo coltivato che su olivastro, da 100 a 400 drupe per campione.

Le drupe prelevate in campo sono state immediatamente poste in sacchetti di polietilene trasparenti e, successivamente, conservate in frigo a 8°C fino al momento delle osservazioni avvenute, comunque, entro le 48 ore dal campionamento.

Per ogni campione raccolto sono state osservate 100 drupe per mezzo dello stereomicroscopio. Le osservazioni hanno riguardato ciò che era visibile sulla superficie esterna del frutto e cioè, la presenza di punture di ovideposizione (senza distinguere tra fertili e sterili) e di fori di uscita di larve mature o adulti di *B. oleae*. Inoltre, è stato misurato il diametro equatoriale delle drupe per mezzo di un calibro.

Successivamente, tutti i campioni di drupe raccolti, comprensivi delle 100 drupe osservate, sono stati posti all'interno di cassette entomologiche in legno e vetro dotate di una

parete con rete a maglia fitta che garantisce il ricambio dell'aria all'interno delle cassette che sono state poi posizionate all'interno di camera climatizzata con fotoperiodo di L:D 12/12, U.R. pari all' 80% e temperatura media di $22^{\circ}\text{C} \pm 1$, in modo da favorire lo sfarfallamento della *B. oleae* e dei suoi parassitoidi.

Tabella 7 -Quadro riepilogativo dello schema adottato in Sicilia nel 2008-9 e nel 2010

Periodo di campionamento	Dal 30 novembre 2008 al 9 marzo 2009 Dal 09 settembre 2010 all'11 ottobre 2010
Numero di drupe raccolte per ogni campione	Da 100 a 400 drupe
Numero complessivo di campioni e di drupe di olivo coltivato raccolti	22 campioni nel 2008-9 19 campioni nel 2010
Numero complessivo di campioni e di drupe di olivastro raccolti	21 campioni nel 2008-9 20 campioni nel 2010
N. di drupe osservate	100 per ogni campione
Osservazioni effettuate per mezzo di stereomicroscopio	N. di punture di ovideposizione, N. di fori di uscita, diametro equatoriale delle drupe
Metodo di sfarfallamento	In cassette entomologiche all'interno di celle climatizzate
Parametri ambientali controllati	(T $22^{\circ}\text{C} \pm 1$, Fotoperiodo 12/12, U.R. 80%)

In Sud Africa, invece, i campionamenti sono stati effettuati ad intervalli di 15/30 giorni tra il 01/03/2009 ed il 20/04/2009 e tra il 20/01/2010 e il 22/04/2010. Pertanto, nel 2009 sono stati prelevati complessivamente 19 campioni di olivo coltivato e 17 di olivo selvatico, mentre, nel 2010 sono stati prelevati complessivamente 19 campioni di olivo coltivato e 20 di olivo selvatico. In ognuna delle località prescelte e ad ogni campionamento sono state prelevate, in modo del tutto casuale, sia su olivo coltivato che su olivo selvatico, da 100 a 200 drupe per ogni campione.

Anche in questo caso le drupe prelevate in campo sono state immediatamente poste in sacchetti di polietilene trasparente e, successivamente, conservate in frigo a 8°C fino al momento delle osservazioni avvenute comunque entro le 48 ore dal campionamento.

Come in Sicilia, per ogni campione raccolto sono state osservate 100 drupe per mezzo di stereo microscopio. Le osservazioni hanno riguardato la presenza di punture fertili e sterili e

di fori di sfarfallamento. Inoltre, è stato misurato il diametro equatoriale delle drupe per mezzo di un calibro.

Diversamente dai campioni siciliani, tutti i campioni di drupe, comprese quelle osservate, sono stati posti all'interno di vaschette in polietilene bianco coperte da rete in tela a maglia fitta per garantirne il ricambio di aria all'interno e poi sistemate all'interno di camera climatizzata con fotoperiodo di L:D 12/12, U.R. pari all' 80% e temperatura media di $22^{\circ}\text{C} \pm 1$, in modo da favorire lo sfarfallamento della *B. oleae* e dei suoi parassitoidi.

Tabella 8 - Quadro riepilogativo dello schema adottato in Sud Africa nel 2009 e nel 2010

Periodo di campionamento	Dal 1 marzo al 20 aprile 2009 e dal 1 marzo al 20 aprile 2010
Numero di drupe raccolte per ogni campione	Da 100 a 200 drupe
Numero complessivo di campioni e di drupe di olivo coltivato raccolti	19 campioni nel 2009 19 campioni nel 2010
Numero complessivo di campioni e di drupe di olivo selvatico raccolti	17 campioni nel 2009 20 campioni nel 2010
N. di drupe osservate	100 per ogni campione
Osservazioni effettuate per mezzo di stereomicroscopio	N. di punture di ovideposizione, N. di fori di uscita diametro equatoriale delle drupe
Metodo di sfarfallamento	In contenitori di polietilene ricoperti da rete a maglia fitta posti all'interno di celle climatizzate
Parametri ambientali controllati	Temperatura $22^{\circ}\text{C} \pm 1$, Fotoperiodo L:D 12/12, U.R. 80%

Nel momento in cui, dalle cassette si osservava che gli insetti erano tutti morti, si procedeva con la raccolta di tutti gli sfarfallati. Gli insetti, dopo essere stati prelevati dalle cassette, sono stati separati per gruppi sistematici e posti in piastre Petri per la conta e la distinzione del sesso. Successivamente sono stati preparati a secco ed incollati su cartoncino e contraddistinti da un cartellino identificativo, riportante la località, la data del campionamento, l'entità vegetale di origine ed il raccoglitore.. E' stato registrato il numero di individui per ciascuna specie ottenuta e per ogni campione di drupe.

6.1.5 – Analisi statistica dei dati

Per l'analisi statistica dei dati che hanno riguardato le percentuali di parassitizzazione della *B. oleae* nelle drupe di olivo coltivato e di olivo selvatico nelle due aree di campionamento, i dati relativi all'intero periodo sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) per misure ripetute, e quelli complessivi all'ANOVA 1-via. Entrambe le analisi sono state seguite dal test post-hoc di Tukey ($p < 0,05$). E' stata anche valutata la correlazione tra diametro delle drupe e attacchi di *B. oleae*, tra questi ultimi e parassitizzazione dei braconidi, e tra diametro delle drupe e parassitizzazione mediante il test della regressione lineare multipla.

6.2 – RISULTATI E DISCUSSIONI

Per ogni sito di raccolta e per ogni campione di drupe prelevato, sia di olivo coltivato che di olivastro, è stato calcolato il livello di parassitizzazione di *B. oleae*, inteso come numero totale di nemici naturali sfarfallati sul totale di individui ottenuti.

E' stata calcolata anche l'abbondanza relativa di *B. oleae* e di ciascun nemico naturale nei vari campioni.

6.2.1 – Parassitizzazione di *B. oleae* in Sicilia

Durante l'intero periodo di campionamento, sono state raccolte complessivamente 12.230 nel 2008-9, di cui 5.953 di olivo e 6.277 di olivastro e 12.196 nel 2010, di cui 9.374 di olivo e 2.822 di olivastro.

La percentuale di drupe dalle quali sono sfarfallati tefritidi e parassitoidi è stata pari, per il 2008-9 al 30% nell'olivo coltivato e all'11% nell'olivastro, mentre, nel 2010 è stata pari al 16% nell'olivo coltivato e all'22% nell'olivastro.

Nel 2008-9 il numero degli insetti sfarfallati è stato pari a 1.723 sulle 5.953 drupe di olivo coltivato raccolte, dei quali 1.533 individui rappresentati da *B. oleae* e 179 da suoi parassitoidi e di 585 sulle 6.277 drupe di olivastro raccolte, dei quali 275 individui rappresentati da *B. oleae* e 312 da suoi parassitoidi. Nel 2010 il numero degli insetti sfarfallati è stato pari a 2.397 sulle 9.374 drupe di olivo coltivato, dei quali 1.342 individui rappresentati da *B. oleae* e 151 da suoi parassitoidi e di 641 sulle 2.822 drupe di olivastro, dei quali 302 individui rappresentati da *B. oleae* e 323 di suoi parassitoidi.

I parassitoidi raccolti nel 2008-9 sono stati: il braconide *Psyttalia concolor* e l'eulofide *Pnigalio mediterraneus*, mentre, nel 2010 erano rappresentati da *Psyttalia concolor* (Szepligeti), *Pnigalio mediterraneus* Ferriere et Delucchi, l'euritomide *Eurytoma martellii* Domenichini e l'eulofide *Baryscapus silvestrii* Viggiani et Bernardo.

Nel 2008-9 il 99% dei parassitoidi era *P. concolor*, il rimanente 1% altri imenotteri non identificati; su olivastro il 96,8% dei parassitoidi è da addebitare a *P. concolor* e il 3,2 % al *P. mediterraneus*. Nel 2010, il 96,7% dei parassitoidi era *P. concolor*, 0,7% *P. mediterraneus*, 2% *E. martellii*, e 0,7% *B. silvestrii*; su olivastro, invece, il 93,8% è da addebitare a *P. concolor*, il 5 % a *P. mediterraneus*, e l'1,2% *E. martellii*.

La parassitizzazione complessiva nel 2008-9 è risultata pari all'8,7 % su olivo coltivato e al 34,9 % nell'olivastro, mentre, nel 2010 è risultata pari al 10,1% nell'olivo coltivato e al 51,7% nell'olivastro.

Tabella 1 – Quadro riepilogativo degli sfarfallamenti in Sicilia nel 2008-9 e nel 2010

	2008-9		2010	
	Olivo	Olivastro	Olivo	Olivastro
Drupe in allevamento	5.953	6.277	9.374	2.822
Percentuale media di drupe attaccate da <i>Bactrocera oleae</i>	72,2%	47,7%	55,3%	37,5%
Percentuale di drupe da cui sono sfarfallati tefritidi e parassitoidi	30%	11%	16%	22%
Totale insetti sfarfallati (<i>B.oleae</i> + parassitoidi)	1.723	585	2.397	641
individui di <i>B. oleae</i>	1.533	275	1.342	302
individui di braconidi parassitoidi	179	312	151	323
Percentuale di parassitizzazione	8,7%	34,9%	10,1%	51,7%

Nel 2008-9, l'andamento della parassitizzazione in tutti i siti campionati mostra, infatti, una netta differenza tra olivo ed olivastro con un picco pari a circa il 60% su olivastro a fine dicembre. Il grafico sottostante (Fig. 23) mostra l'andamento della parassitizzazione dovuta a *P. concolor* nei quattro siti in cui sono stati effettuati campionamenti su alberi di olivo coltivato e di olivastro distanti tra loro pochi metri; la percentuale di parassitizzazione di *P. concolor* su *B. oleae* su olivastro, pari al 52,2 %, mostra delle differenze statisticamente significative rispetto alla parassitizzazione su olivo coltivato (8,7 %).

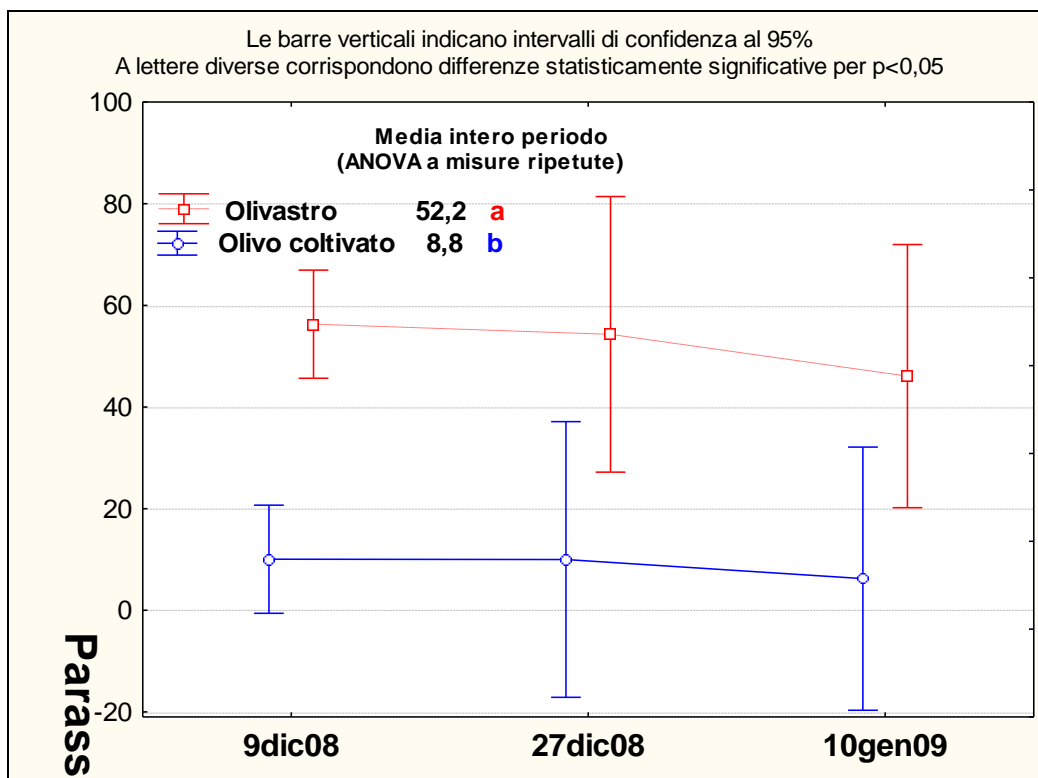


Figura 23 - Andamento della parassitizzazione di *P. concolor* su *B. oleae* in Sicilia nel 2008-9



Figura 24 - Femmina di *Psytalia concolor*.



Figura 25 - Maschio di *Pnigalio mediterraneus*.

E' stata, inoltre, messa a confronto, mediante l'analisi della varianza (ANOVA) ad una via, la percentuale di parassitizzazione ad ogni data di campionamento sia su olivo coltivato che su olivastro (Figura 26 e 27) nelle quattro località in cui sono stati realizzati quattro campionamenti contemporanei. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata evidenziata sia su olivo coltivato che su olivastro.

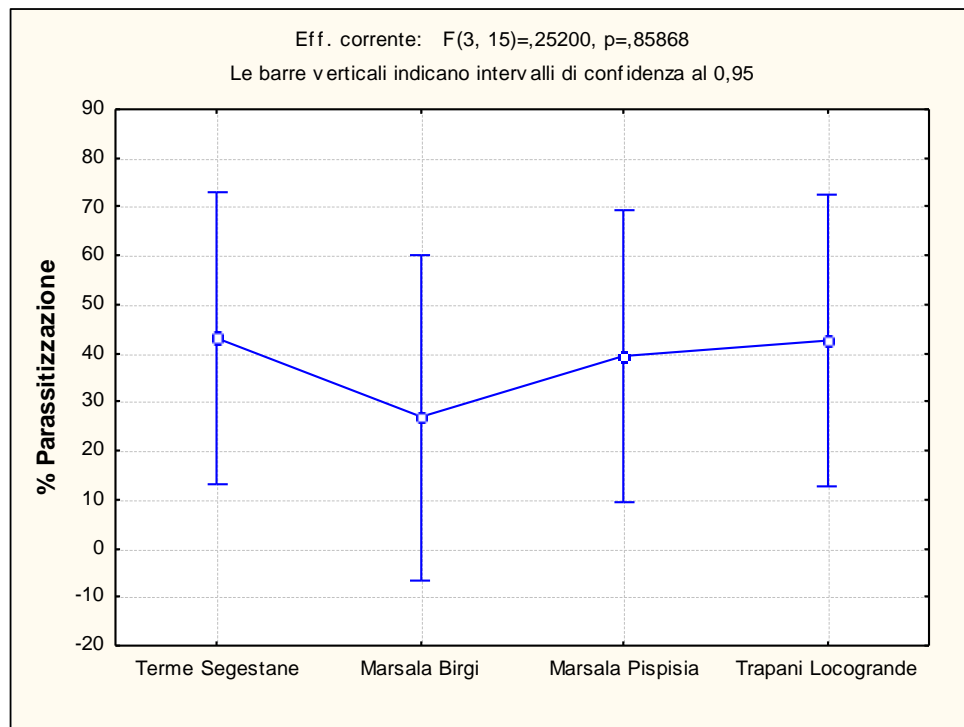


Figura 26 - Percentuale di parassitizzazione su olivastro nelle 4 località campionate nel 2008-9

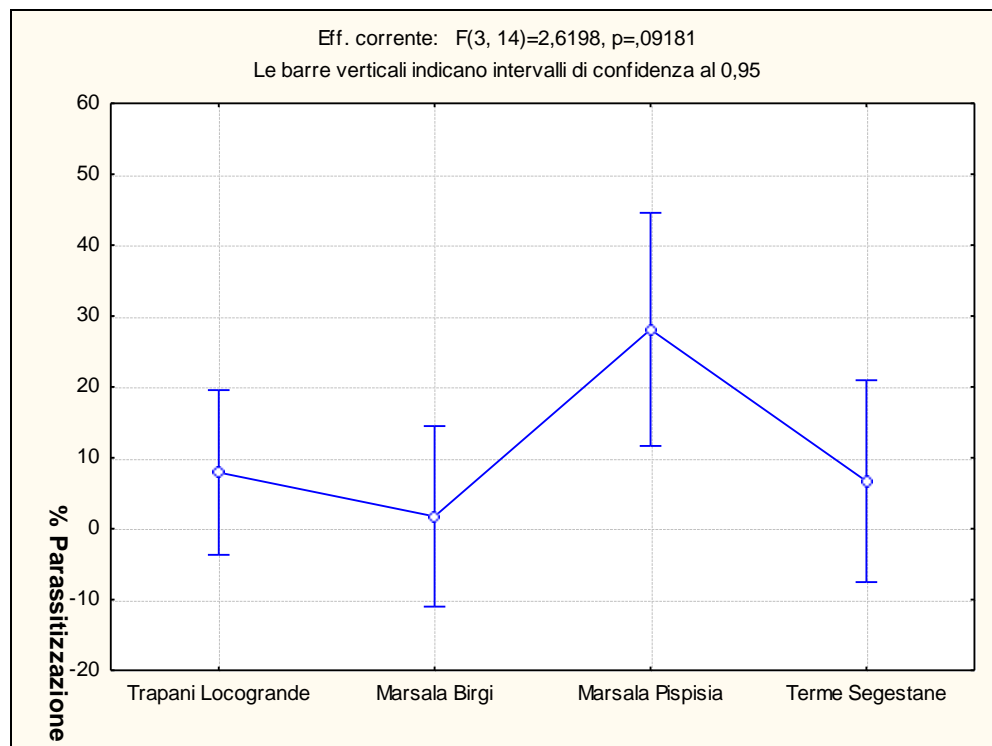


Figura 27 - Percentuale di parassitizzazione su olivo coltivato nelle 4 località nel 2008-9

Anche nel 2010, l'andamento della parassitizzazione in tutti i siti campionati mostra una netta differenza tra olivo ed olivastro già all'inizio della stagione autunnale. Il grafico sottostante (Fig. 28) mostra la media della parassitizzazione nei 5 siti: l'analisi della varianza (ANOVA) a 1-via mostra delle differenze statisticamente significative tra la percentuale di parassitizzazione di *B. oleae* su olivastro, pari al 35,3% e quella su olivo coltivato (14,1%).

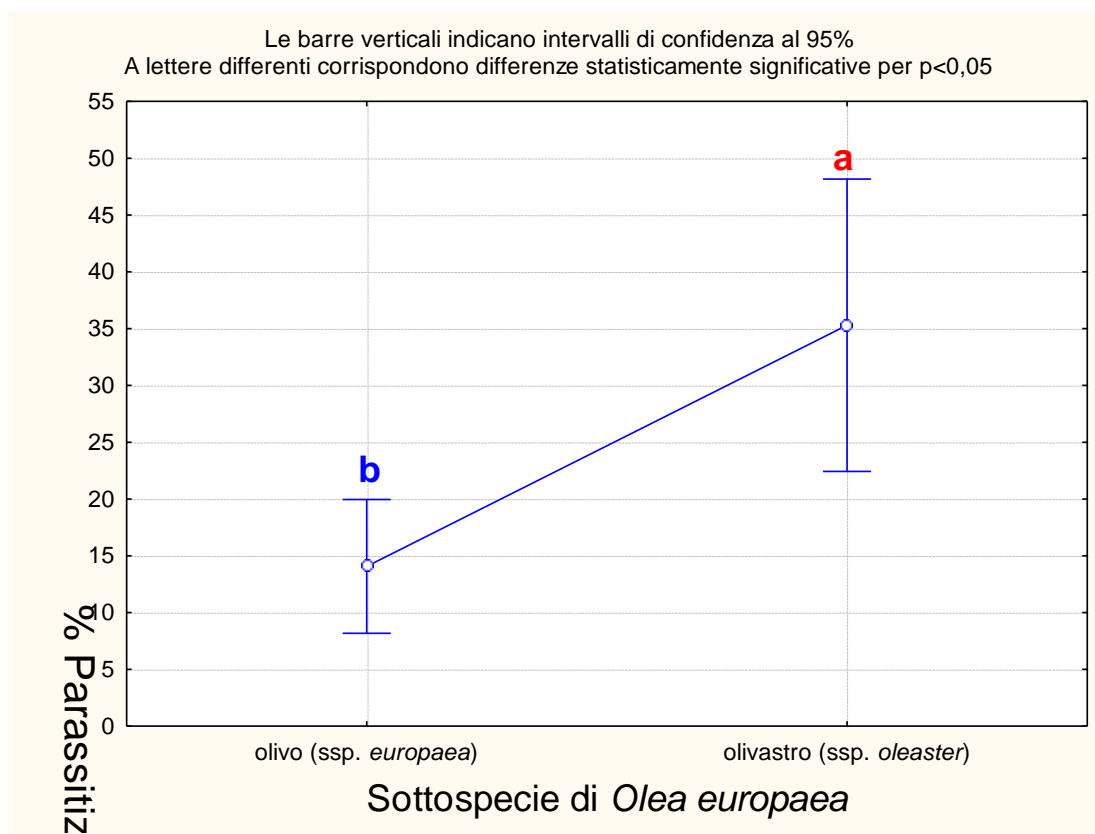


Figura 28. Parassitizzazione media dovuta a *P. concolor* nei 5 siti siciliani nel 2010

6.2.2 – Parassitizzazione di *B. oleae* nel Western Cape

Nel 2009, durante l'intero periodo di campionamento, sono state raccolte complessivamente 5.800 drupe, di cui 2.000 di olivo e 3.800 di olivo selvatico, mentre nel 2010, durante l'intero periodo di campionamento, sono state raccolte complessivamente 9.258 drupe, di cui 5.322 di olivo e 3.936 di olivo selvatico (Tab. 2).

La percentuale di drupe dalle quali sono sfarfallati tefritidi e i braconidi parassitoidi è stata pari, per il 2009 all'1,6% nell'olivo coltivato e all'9% nell'olivo selvatico, mentre nel 2010 è stata pari allo 0% nell'olivo coltivato e al 3,7% nell'olivo selvatico.

Nel 2008-9 il numero degli insetti sfarfallati è stato pari a 32 dalle drupe di olivo coltivato raccolte, dei quali 30 individui rappresentati da *B. oleae* e 2 da suoi braconidi parassitoidi; 342 insetti sono sfarfallati dalle drupe di olivo selvatico raccolte, dei quali 231 individui rappresentati da *Bactrocera* ssp. (214 *B. oleae* e 17 *B. biguttula*) e 111 da suoi braconidi parassitoidi. Nel 2010 non ci sono stati sfarfallamenti di tefritidi e parassitoidi dalle drupe di olivo coltivato, mentre sono sfarfallati 144 insetti dalle drupe di olivo selvatico, dei quali 124 individui rappresentati da *B. oleae* e 20 di suoi parassitoidi.

I parassitoidi raccolti nel 2009 e nel 2010 sono stati i braconidi: *Utetes africanus* (Szépligeti), *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) e *Bracon celer* (Szépligeti).

In particolare, nel 2009, dai campioni di olivo coltivato sono sfarfallati solamente due individui di *P. lounsburyi* e *B. celer*, mentre nei campioni di olivo selvatico sudafricano l'82% dei parassitoidi presenti era rappresentato da *U. africanus*, il rimanente 18% da *Psytalia lounsburyi* e *Bracon celer*. Nel 2010, non ci sono stati sfarfallamenti né di *B. oleae* che di braconidi dalle drupe di olivo coltivato, mentre nei campioni di olivo selvatico l'80% dei parassitoidi era rappresentato da *U. africanus*, il rimanente 20% da *Psytalia lounsburyi* e *Bracon celer*,

La parassitizzazione media nel 2009 è risultata pari all'6,3% su olivo coltivato e al 32,5% nell'olivo selvatico, mentre nel 2010 è risultata nulla nell'olivo coltivato e del 14% nell'olivo selvatico.

Tabella 2 – Quadro riepilogativo degli sfarfallamenti nel Western Cape nel 2008-9 e nel 2010

	2009		2010	
	Olivo	Olivo selvatico	Olivo	Olivo selvatico
Drupe in allevamento	2.000	3.800	5.322	3.936
Percentuale media di drupe attaccate da <i>Bactrocera</i> spp.	22,8%	17,8%	2,8%	18,5%
Percentuale di drupe da cui sono sfarfallati tefritidi e parassitoidi	1,6%	9%	0%	3,7%
Totale insetti sfarfallati (<i>Bactrocera</i> spp. + parassitoidi)	32	342	2.397	144
Individui di <i>B. oleae</i>	30	214	0	124
Individui di <i>B. biguttula</i>	0	17	0	0
Individui di braconidi parassitoidi	2	111	0	20
Percentuale di parassitizzazione	6,3%	32,5%	--	14%

Sia nel 2009 che nel 2010, la parassitizzazione dei braconidi in tutti i siti campionati è maggiore nell'olivo selvatico (Tab. 2, Figg. ...-...).

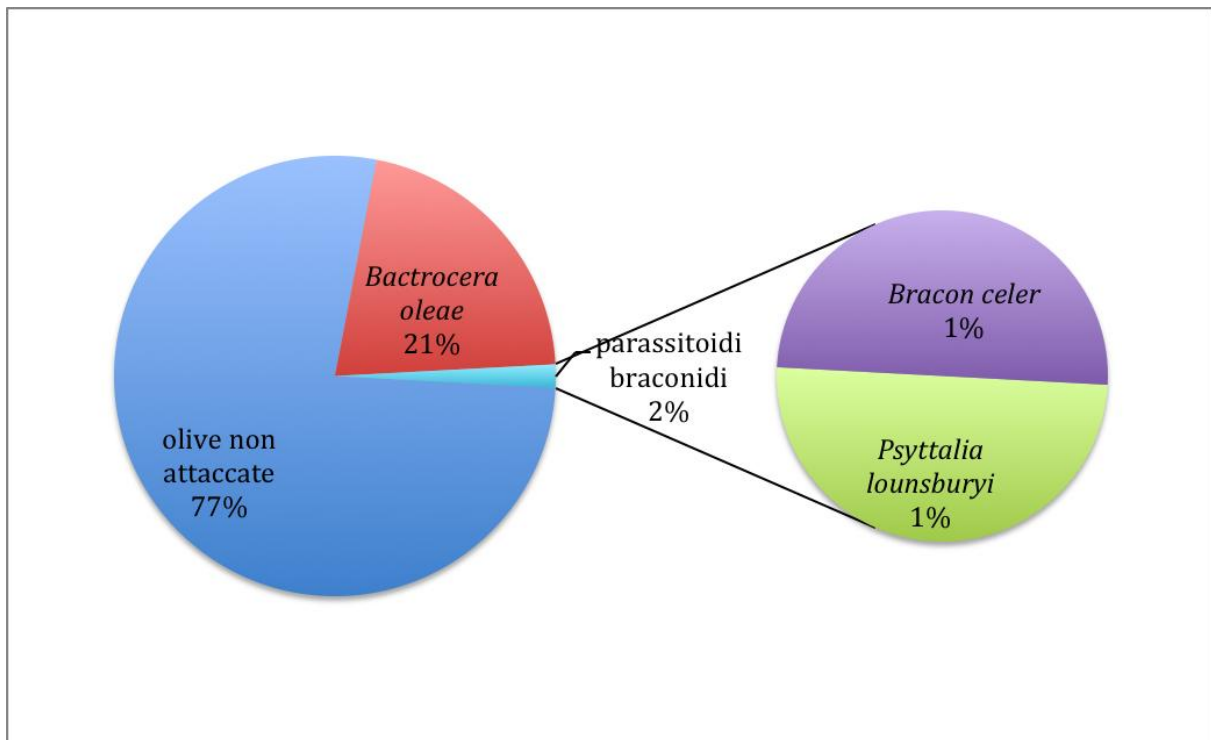


Figura ... - *Bactrocera* spp. e parassitoidi braconidi ottenuti da drupe di olivo coltivato nel Western Cape nel 2009.

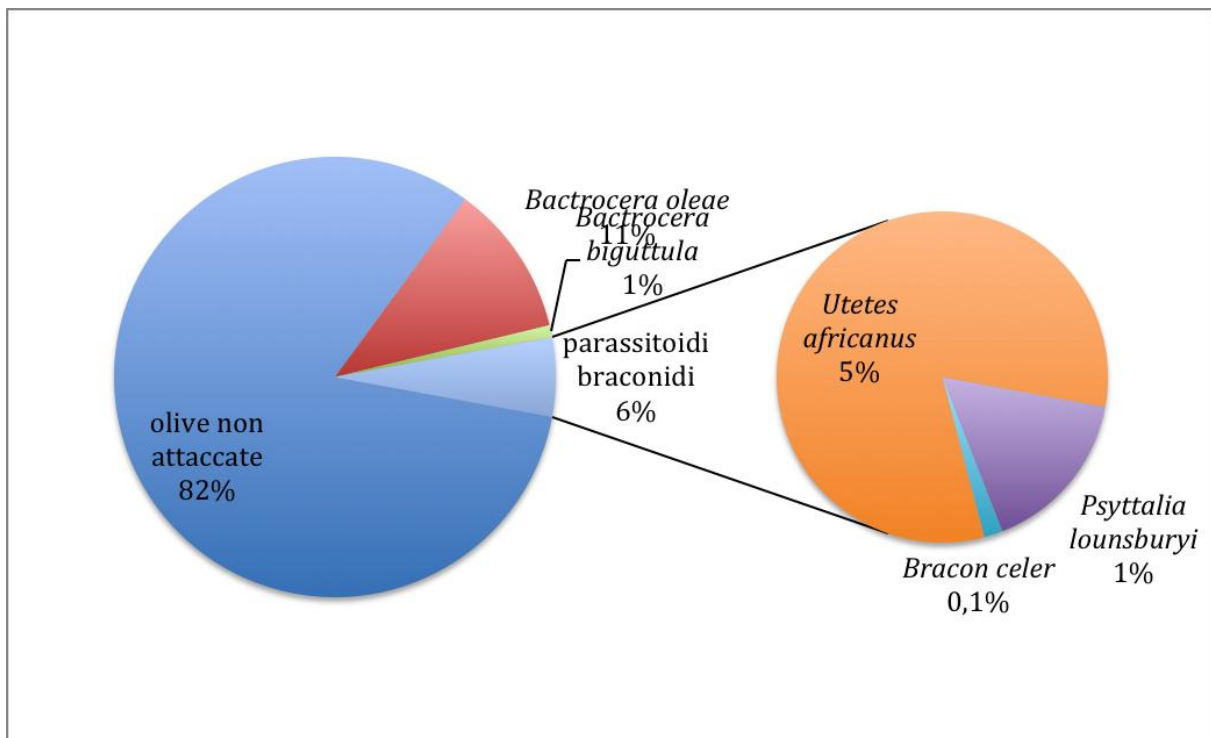


Figura ... - *Bactrocera* spp. e parassitoidi braconidi ottenuti da drupe di olivo selvatico (*O. europaea* ssp. *cuspidata*) nel Western Cape nel 2009.

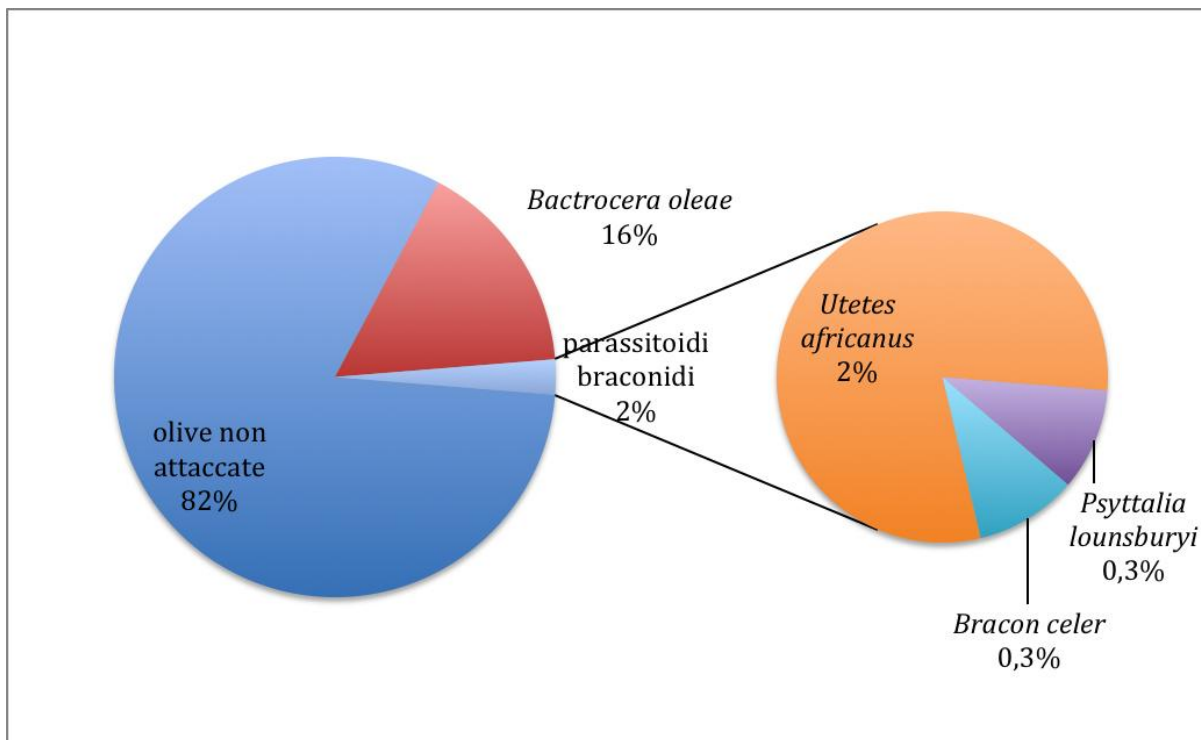


Figura ... - *Bactrocera* spp. e parassitoidi braconidi ottenuti da drupe di olivo selvatico (*O. europaea* ssp. *cuspidata*) nel Western Cape nel 2010.

Il più abbondante parassitoide sull'olivo selvatico è *U. africanus*, come riscontrato anche da Mkize et al. (2008) sulla stessa pianta nella regione dell'Eastern Cape in Sud Africa. Questo parassitoide però non è stato ritrovato sull'olivo coltivato, da cui sono sfarfallati soltanto due individui di *B. celer* e *P. lounsburyi*.

6.2.3 - Correlazione tra diametro equatoriale delle drupe ed efficacia della parassitizzazione dei Braconidi su *B. oleae*

Relativamente alla Sicilia, dall'esame delle correlazioni esistenti tra il diametro equatoriale e gli attacchi totali per drupa scaturisce che le infestazioni di *B. oleae* aumentano con l'aumento della dimensione delle drupe. Il diagramma di dispersione (Figura 31) mostra, infatti, una correlazione positiva tra le due variabili.



Figura 29 - Diametro delle drupe di olivo coltivato



Figura 30 - Diametro delle drupe di olivastro.

A fronte, però, di un maggiore attacco da parte della mosca dell'olivo alle drupe di maggiore dimensioni si evidenzia una maggiore percentuale di parassitizzazione nelle drupe di minori dimensioni. Il diagramma di dispersione (Figura 31) mostra, infatti, che al decrescere del diametro equatoriale delle drupe aumenta la percentuale di parassitizzazione da parte dei braconidi. Tali risultati sono stati confermati da Wang *et al.* (2009) (Fig. 7).

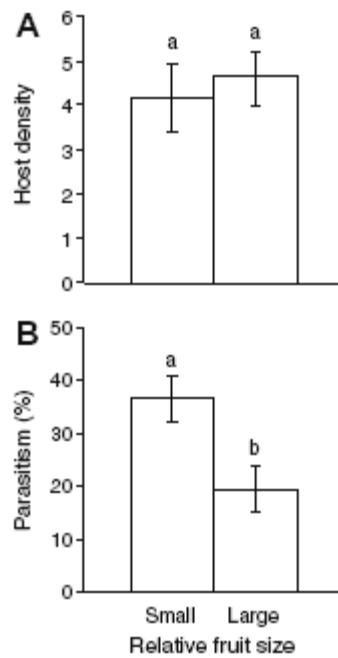


Figura 33 - Densità di *B. oleae* e parassitismo in relazione alle dimensioni delle drupe (da Wang *et al.*, 2009)

Grafico 5:

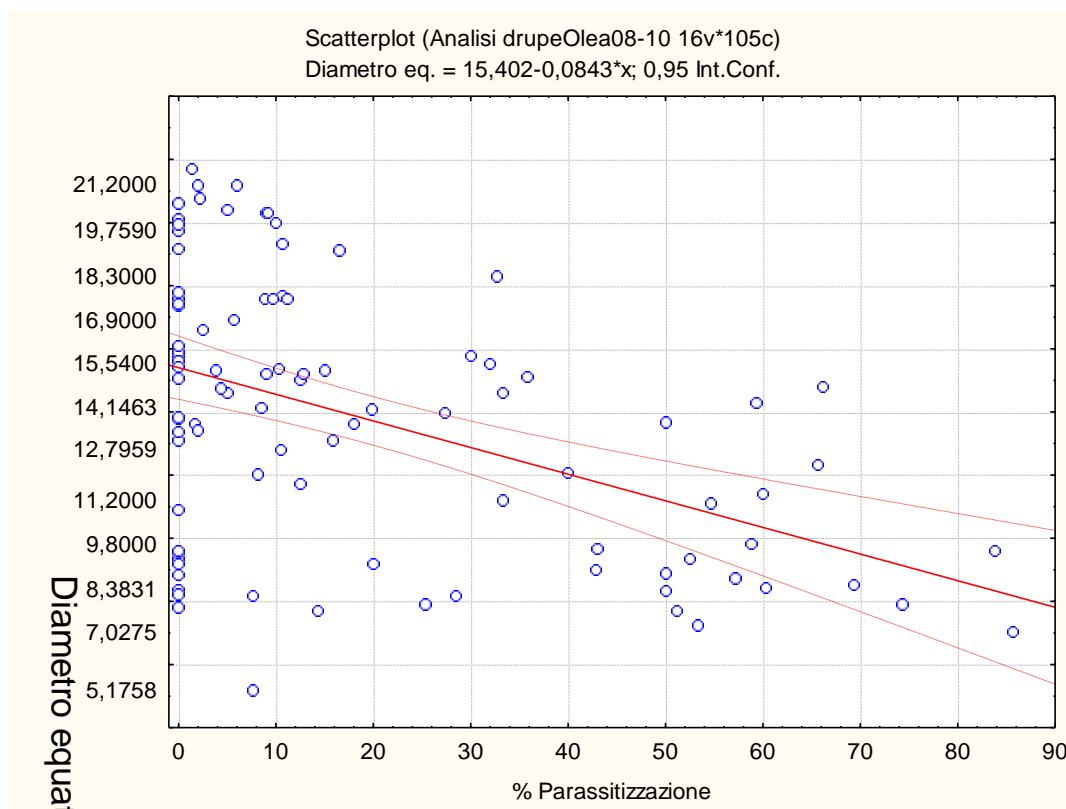


Figura 31 - Correlazione tra parassitizzazione di *B. oleae* e diametro equatoriale su olivo coltivato ed olivastro in Sicilia nel 2008-9 e nel 2010

Raggruppando le drupe di olivo coltivato ed olivastro in funzione del diametro equatoriale in tre categorie, rispettivamente < 10 mm, $10 - 16$ mm e $16 - 21$ mm l'analisi della varianza (ANOVA) ad 1 via evidenzia che la percentuale di parassitizzazione nelle classe di minor diametro (< 10 mm), mostra differenze statisticamente significative rispetto a quelle di medie e grandi dimensioni, in quanto ha mostrato livelli di parassitizzazione media del 34,9 %, contro il 9,7 % delle drupe di medie dimensioni ed il 5,1 % delle grandi (Figura 32).

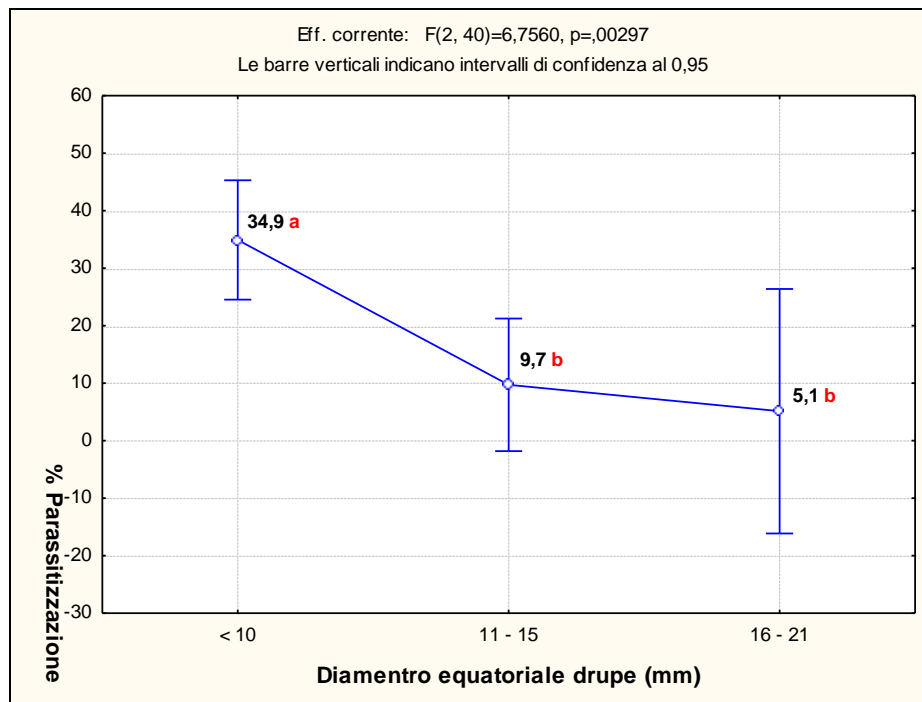


Figura 32: Percentuale di parassitizzazione sulle drupe per gruppi di diametro nel 2008-9

6.3 – CONCLUSIONI

Psytalia concolor è stato il parassitoide più rappresentato nei campioni raccolti in Provincia di Trapani, sia sull'olivo coltivato che sull'olivastro.

Altri studi precedenti avevano evidenziato anche una presenza considerevole di *P. mediterraneus* che risulta, sull'olivo, uno dei principali parassitoidi di *B. oleae*, (Fenili e Pegazzano, 1971; Delrio Cavalloro, 1977; Delrio e Prota, 1977).

Bigler e Delucchi (1981), invece, riscontrarono una prevalenza di *E. urozonus* tra i parassitoidi della mosca dell'olivo, che non abbiamo ritrovato durante il nostro studio.

Inoltre, a differenza di quanto emerso da questa ricerca, gli altri studi condotti su olivastro raccolti in Italia (Sicilia, Toscana e Puglia) hanno mostrato che *P. mediterraneus* è il parassitoide più abbondante (Fenili e Pegazzano, 1971; Mineo e Blando 2005; Blando e Mineo, 2006).

Sulla base dei risultati ottenuti in questo studio si può affermare che la mosca prima d'iniziare gli attacchi sulle drupe degli oliveti coltivati può compiere almeno due generazioni sulle drupe dell'olivastro. Questo conferma quanto già osservato da Girolami (1974), secondo cui *B. oleae* può compiere nelle drupe non raccolte degli olivi coltivati ben tre generazioni da febbraio a giugno.

La percentuale di parassitizzazione sull'olivastro è stata alta, in media 34,9 %, simili a quanto rilevato da altri studi condotti in Sicilia su olivastro (37%-43%) da Mineo e Blando (2005) e da Blando e Mineo (2006). La parassitizzazione sull'olivastro è maggiore di quella registrata sull'olivo coltivato anche se poco distante da questo (in media 8,7 %), e ciò conferma quanto riscontrato per *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) da Wang *et al.* (2009b) sull'olivo coltivato e selvatico del Sud Africa (*Olea europaea* L. ssp. *cuspidata* (Wall ex G. Don).

La maggiore parassitizzazione su olivastro è da attribuire alle minori dimensioni delle drupe, nelle quali il limitato spessore della polpa mantiene la galleria prodotta dalla larva di *B. oleae* più in superficie.

Le maggiori dimensioni delle drupe creano, quindi, un rifugio strutturale per le larve della mosca a causa del fatto che lo spessore della polpa è più grande della lunghezza massima dell'ovopositore dei suoi parassitoidi (2,48 mm per *P. concolor* allevato su *B. oleae*

secondo Wang *et al.*, 2009a). Tale ipotesi è stata per la prima volta formulata circa nel 1917 da Latiere ed è stata dimostrata per *Psytalia ponerophaga* (Silvestri) (Sime *et al.*, 2007) e per *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) (Wang *et al.*, 2008).

Wiedmann, in un suo studio, ha dimostrato che le femmine di *P. concolor* allevate su *Ceratitis capitata* risultano più grandi e il livello di parassitizzazione è più alto rispetto a quelle ottenute da *B. oleae*; ciò può essere attribuito alla maggiore lunghezza dell'ovopositore che riesce a raggiungere le larve della mosca più in profondità, anche su olive più grosse (Wang *et al.*, 2009b).

A riguardo si può affermare che il controllo di *B. oleae* in Europa ed in Sud Africa appare ostacolato dal corto ovopositore dei suoi parassitoidi specialistici (*P. concolor*, *U. africanus* e *P. lounsburyi*) e dalla polifagia di altre specie con ovopositore più lungo (Wang *et al.*, 2009a).